

ONDERZOEKINGEN

OP HET GEBIED

RADIOTELEGRAFIE

IN

NEDERLANDSCH-INDIË.

---

DEEL II.

VERSLAG DER TECHNISCH-WETENSCHAPPELIJKE  
ONDERZOEKINGEN.

---

1916.

**WAARSCHUWING**

De Directrice van de Openbare Leeszaal wijst de lezer op het **gevaar voor besmetting**, wanneer bij het omslaan der bladen de vingers met **speeksel** worden bevochtigd. Men wassche de handen vóór het lezen. Wanneer het boek gelezen of in handen is geweest van een **zieke** (ook niet-besmettelijk) gelieve men dit bij het teruggeven te melden, opdat het ontsmet kan worden.

HET BESTUUR.

ONDERZOEKINGEN

OP HET GEBIED DER

RADIOTELEGRAFIE

IN

NEDERLANDSCH-INDIË.

DEEL II.

VERSLAG DER TECHNISCH-WETENSCHAPPELIJKE  
ONDERZOEKINGEN.

1916.



NR  
31/10 '35

## INHOUDS-OVERZICHT.



# Inhouds-overzicht van het Technisch-W

a.		b.		c.	d.
Het observeeren van de <i>weersgesteldheid</i> , enz. in verband met		Het observeeren van <i>Machines,</i> <i>Toestellen,</i> <i>Buitenwerk,</i> enz.		Het <i>periodiek</i> nameten der elektrische stations grootheden in verband met de weersgesteldheid.	Het va per statio <i>inventaris</i>
de verandering in de <i>geluidsterkte.</i>	de sterkte der <i>luchtstoringen.</i>				
HOOFDSTUK I.	HOOFDSTUK II.	HOOFDSTUK III. (gedetailleerd) en INLEIDING.	HOOFDSTUK IV.	Buiten b	
Onderzoekingen betreffende <i>Absorptie.</i>	Onderzoekingen betreffende <i>Luchtstoringen.</i>	Gedetailleerd onderzoek naar <i>bronnen van bedrijfsstoringen</i> aan machines apparaten, Buitenwerk.	<i>Periodieke metingen</i> door den Koepang-Leider over den vermeenden <i>klimatologischen</i> invloed op de vonkspanning.		
BIJLAGEN:		BIJLAGEN:			
N <sup>o</sup> . 1	N <sup>o</sup> . 2	N <sup>o</sup> . 1	N <sup>o</sup> . 2		
Korte beschrijving van het permanent stralings meetstation te Sitoebondo (stad).	Theorie van den <i>Sitoebondo</i> -leider betreffende het ontstaan van de zonne absorptie (teekeningen vide portefeuille 19 t/m 23).	Theorie van den <i>Koepang</i> -leider betreffende het ontstaan van de luchtstoringen 1e en 2e categorie.	Theorie van den <i>Sitoebondo</i> -leider betreffende het ontstaan van de luchtstoringen 3e categorie.		

# Wetenschappelijk Verslag.

			Opmerkingen.	
a. en e.	f.	g.	a—f.	
tellen van den noodzakelijken <i>reserve-deelen</i> .	Beoordeeling van de vraag, hoe na proefjaar <i>correspondentie</i> tusschen de fixe stations dient afgewerkt.	Algemeene, technisch-wetenschappelijke onderzoekingen vallende buiten a t/m. f.	In de nota der proefnemingen vastgelegde onderverdeeling der Technisch Wetenschappelijke proeven.	
dit rapport indeld.	INLEIDING.	HOOFDSTUK V.	HOOFDSTUK VI.	Hoofdstukindeeling van T. W. rapport.
		Onderzoekingen betreffende <i>de ontvang inrichting</i> ; gunstigste dimensioneerling daarvan op de D. T. stations.	Onderzoekingen betreffende <i>Transformator-resonnantie</i> .	Korte inhoud der hoofdstukken Algemeen.
		BIJLAGEN :	BIJLAGEN :	Gedetailleerde onderzoekingen naar sommige belangrijke onderdeelen door de diverse resp. Leaders elk voor zich.
		N <sup>o</sup> . 1	N <sup>o</sup> . 2	
		N <sup>o</sup> . 3	N <sup>o</sup> . 4	
		N <sup>o</sup> . 1	N <sup>o</sup> . 2	
		<p>Onderzoekingen van den <i>Sitoebondo-leider</i> betreffende storingsvatbaarheid en slecht nuttig effect van de vliegwielschakeling.</p> <p>Onderzoekingen van den <i>Ambon-leider</i> betreffende wisselstroom-eigenschappen van de contactdetectoren. Onderzoekingen voor eene event. versterking.</p> <p>Onderzoekingen van den <i>Sitoebondo-leider</i> betreffende alle in- en uitwendige eigenschappen der contact-detectoren. Wat is de <i>galvanometer uitslag meetmethode</i>, wat de <i>par. ohm meetmethode</i>. Onderzoekingen voor eene event. versterking.</p> <p>Onderzoekingen van den <i>Sitoebondo-leider</i> betreffende telefoon gevoeligheid. Wenschelijke telefoon-weerstand in verband met detector-weerstand.</p> <p>Theorie van den <i>Sitoebondo-leider</i> betreffende transformator resonnantie verschuiving tusschen toeren en toon-resonnantie.</p> <p>Practische metingen van den <i>Ambon-leider</i> als bevestiging van de nevenstaande theorie.</p>		

# VERSLAG

OVER DE GEDURENDE HET PROEFJAAR VERRICHTE

## Technisch-Wetenschappelijke Onderzoekingen.

### INLEIDING.

In de „nota der proefnemingen” was door den Hoofdleider aan de plaatselijke leiders opgedragen, eene serie technisch-wetenschappelijke proeven te houden.

De keuze van de daarvoor geschikte tijdstippen werd den leiders overgelaten met dien verstande, dat de geregelde gang van het *bedrijfsonderzoek en de afwerking der telegrammen* hierdoor *niet gehinderd* zoude worden.

De proeven zouden omvatten:

- a.* het observeeren van de weersgesteldheid, temperatuur, vochtigheidstoestand, bewolking, enz. en het zoeken van een verband tusschen deze factoren eenerzijds en de *geluidsterkte* en de sterkte der *luchtelectrische storingen* anderzijds.
- b.* het observeeren van machines, toestellen en buitenwerk.
- c.* het periodiek nameten der verschillende electrische grootheden van het station en het nagaan van den invloed der weersgesteldheid op die grootheden.
- d.* het vaststellen van den, per station noodzakelijken inventaris.
- e.* het vaststellen van de, per station noodzakelijke, hoeveelheid inventaris-reserve-deelen en verbruiksmaterialen, alsmede van den te Batavia aan te houden minimum reservevoorraad per station.
- f.* de beoordeeling van de vraag, of na affloop der jaarproeven de gemeenschap tusschen de stations te Sitoebondo, Timor-Koepang en Ambon zóó geregeld zal worden dat:
  1. de stations gedurende bepaalde en van te voren vastgestelde periodes twee aan twee met elkaar in verbinding zullen treden, dan wel dat:
  2. de stations gedurende hun diensttijd uitluisteren en al naarmate berichten worden aangeboden, deze verwerken zonder dat daarvoor een andere regeling is vastgesteld, dan dat bij het gelijktijdig roepen van twee stations, dat te Timor-Koepang de volgorde der correspondentie vaststelt.
- g.* voor de eventueel verder te nemen proeven werd aan de leiders de vrije hand gelaten, voor zoover zij daarbij niet in strijd handelden met de in de nota der proefnemingen gegeven voorschriften.

*Sub a.* Spoedig bleek, dat voor een eenigszins behoorlijk, serieus, onderzoek van de sub *a* bedoelde observaties der weersgesteldheid in verband met de *geluidsterkte* en *luchtelec-*

*trische-storingen*, (een onderzoek dat niet alleen van algemeen wetenschappelijk standpunt bezien van het hoogste belang was, doch ook met het oog op de toekomst der draadlooze telegrafie in Nederlandsch-Indië de noodzakelijke gegevens moest verschaffen betreffende benoodigde geluidsterkte, wegwerken der luchtstoringen, enz.) noodzakelijk van bovenbedoelde instructies gedeeltelijk moest worden afgeweken.

Nadat daartoe, bij monde van den Sitoebondoleider door de gezamenlijke leiders aan den hoofd-leider een voorstel was gedaan, werd een dergelijke afwijking van de oorspronkelijke instructies toegestaan en wel in dier voege, dat,

1. van tijd tot tijd op uit een wetenschappelijk oogpunt interessante tijdstippen (punten van geprononceerd sterke absorptie, enz.) enkele bedrijfs-proefperiodes mochten komen te vervallen, zoodat het aantal geluidsterkte-metingen gedurende dat tijdstip kon worden vergroot. Hierbij werd echter steeds acht geslagen op de aanwezige correspondentie.
- 2 één dag per maand (ongeveer liggende in het midden van de maand, of op tijdstippen, die in verband met den zonnestand daartoe wenschelijk leken) een, in verband met de voorhanden zijnde telegrammen, zoo groot mogelijk aantal geluidsterkte-metingen werd verricht, tencinde een algemeen dagverloop van het geluid voor de verschillende maanden te kunnen vaststellen. Het betrekkelijk gering aantal gegevens, dat het werken volgens de roosters verschafte, bleek daartoe niet voldoende. Speciaal bleek het geluidsterkte-verloop in enkele dagen dikwijls zoo te veranderen, dat van een gemiddeld maandverloop, opgemaakt uit de volgens het rooster gemeten geluidsterkten althans geen sprake kon zijn. De waarden uit deze metingen verkregen, konden hoogstens dienen om den geleidelijken overgang van de eene maandkromme in de daarop volgende te kunnen nagaan.

Geobserveerd werd dagelijks op alle drie stations de weersgesteldheid, d.i. de temperatuur en vochtigheid (te Ambon en Sitoebondo met eene combinatie van drogen en natten thermometer; Koepang kreeg de gegevens van het secundaire meteorologische station aldaar) verder bewolking, windsterkte en windrichting, en te Koepang ook de barometerstand door middel van een barograaf.

In het algemeen hebben deze observaties aangetoond:

1. *Dat de geluidsterkte* niet in merkbare mate een functie is van één of meer dezer meteorologische gegevens, doch dat zij hoofdzakelijk een functie is van de directe zonnewerking.
2. Dat slechts de wind primairen invloed had op de *luchtelectrische storingen* en wel speciaal de richting waaruit die woei en mogelijk ook de sterkte; dat echter temperatuur en vochtigheidsgraad van den wind hoogstens een voor ons onnaspeurbaren, secundairen, invloed hebben. De bewolking had slechts merkbaren invloed, voor zoover het onweerswolken betrof in de nabijheid van een station, zoodra tusschen deze onweerswolken electrische ontladingen plaats vonden. Verder bleek een, voor de tropen reeds bekende groote gelijkmatigheid van den dagelijkschen gang van temperatuur, vochtigheid en barometerstand te bestaan, met weinig kenmerkend verschil tusschen de diverse moessons. De verschillen zijn hoogstens op directen invloed van de temperatuursveranderingen terug te brengen.

Waar de hieromtrent verzamelde gegevens derhalve van zoo weinig nut bleken voor de onderhavige beschouwingen, zijn ze verder in dit rapport niet opgenomen.

Voor de sub *a* bedoelde onderzoekingen en de resultaten daarvan wordt echter verwezen naar:

*HOOFDSTUK I. Onderzoekingen betreffende de absorptie.*

*HOOFDSTUK II. Onderzoekingen betreffende het karakter en ontstaan der lucht-electrische storingen.*

*Sub b.* Het observeeren van machines, toestellen en buitenwerk.

Bedrijfsstoringen kwamen zoo goed als niet voor. Daaruit blijkt reeds, dat ondanks de afwezigheid van een reserve-aggregaat, en de zware diensten die vooral in het slechte jaargetijde moesten worden verricht, de geleverde inrichtingen gedurende en vóór en na het proefjaar met bijna absolute betrouwbaarheid werkten, en dat de draadlooze telegrafie, zooverre het de zuiver machinale bedrijfszekerheid betreft, althans niet behoeft achter te staan bij een der andere electriche verbindingsmiddelen. Hierbij moet o.a. in aanmerking worden genomen, dat in die slechte jaargetijden behalve gedurende de roosteruren, ook 's avonds en dikwijls 's nachts aanhoudend moest worden doorgewerkt voor het overbrengen der telegrammen.

De meeste kleine bedrijfsstoringen bleken voor te komen:

1. door ontregelen of afbranden van het seinrelais,
2. door het springen van Leidsche flesschen,
3. door het ontstellen van detectoren,
4. door het neerkomen van gedeelten van luchtnet of tegengewicht als gevolg van verwerking van touw en staalkabels.

Het verdient aanbeveling, in de toekomst het tijdverlies als gevolg dezer storingen tot een minimum te reduceeren door:

1. Twee seinrelais compleet ingesteld aan te brengen. Daardoor is het mogelijk bij haperen van het ééne seinrelais, zonder eenig tijdverlies, door eenvoudig omhalen van een omschakelaar, *zelfs gedurende het seinen*, op het tweede over te gaan, waardoor het eerste vrijkomt ter reparatie. Voert men ook nog den seinslentel dubbel uit, dan kan de seingeef-inrichting geenerlei bedrijfszonderbreking veroorzaken.
2. Voor zooverre in de toekomst nog Leidsche flesschen zullen worden gebruikt (ruim gedimensioneerde plaatcondensatoren onder olie zijn n.l. bedrijfszekerder en goedkooper in onderhoud) verdient het aanbeveling steeds één flesch, geheel compleet met binnen- en buitencontact, méér in het gestel aanwezig te hebben dan het aantal, waarmede gewerkt wordt. Het is dan een kwestie van het losmaken en verwisselen van een aansluit-strip, — een werk van enkele seconden, — om de gesprongen flesch door de reeds gemonteerde reserveflesch te vervangen; waardoor de kans op bedrijfsstoring van eenigen duur wordt vermeden.
3. Het bij de hand hebben van een voldoende aantal goed ingestelde detectoren, of het construeeren van gemakkelijk gedurende het bedrijf na te stellen detectoren. Het gebruik van carborundum, of andere onverwoestbare detectoren zal in de periodes van sterke luchtstoringen ook de door de detectoren veroorzaakte bedrijfsstoring behoorlijk ondervangen. Waar de ontvangtoestellen gelegenheid geven tot het plaatsen van twee detectoren, waaruit men door omleggen van een eenvoudigen omschakelaar een keus kan doen, behoeft verwisseling praktisch geen tijd te kosten.
4. Tegen dit euvel, dat bij behoorlijk vooruitziend onderhoud niet dikwijls optreedt, bestaat vrijwel geen ander wapen, dan het in reserve bij de hand houden van complete, tevoren op maat gemaakte, stukken touw en staalkabel met ingesplitste eierisolatoren, enz. Hoewel door inelkaar verwarren van diverse draden deze sporadisch optredende storingen eenigszins langer kunnen duren dan de vorige 3 categorieën, is gewoonlijk de herstelling in 15 à 30 minuten afgeloopen.

Heeft men dan nog de beschikking over een reserve-machine-aggregaat, waarvoor in de machinekamer de plaats is gereserveerd, dan kunnen bedrijfsstoringen slechts tot de zeldzaamheden behooren en behoeven zij nog slechts van zeer korten duur te zijn, meetbaar in minuten.

Een punt waarop hier wel gewezen dient te worden is de voor den toren uitgekozen plaats, die uit een veiligheids oogpunt niet de meest juiste lijkt.



- Zooals die bij de geleverde stations is gekozen, zal bij een omstorten door aardbevingen, ook het gebouw geheel of gedeeltelijk verwoest kunnen worden, waardoor de verbinding langen tijd verbroken zoude kunnen zijn. Met deze ergste mogelijkheid is weliswaar slechts rekening te houden als met een uiterst noodlottige ramp, vooral daar de soepele toren-opstelling bij aardbevingen het gevaar van omvallen vermindert en verder op de, door ernstige aardbevingen meest geteisterde plaats, n.l. Ambon, de toren en het gebouw extra en tamelijk effectief tegen dit gevaar zijn verzekerd (referte aan de beschrijving van het Ambonstation). Toch zal het aanbeveling verdienen, in de toekomst bij eventueel op te richten stations, het antennetype zóó te kiezen, dat
1. meer dan één mast wordt gebruikt, zoodat minstens één mast mag worden gerekend het ongeluk te overleven, waardoor de verbinding 's nachts en grootendeels des daags kan worden onderhouden; ook zelfs in het meest noodlottige geval dat alle torens vielen, zou door gebruikmaking van hulpconstructies uit bamboe, enz., de verbinding niet voor langen tijd geheel verbroken behoeven te zijn.
  2. de eventueel vallende masten nooit het gebouw zullen kunnen treffen, zoodat, tenzij het gebouw zelf instort door de aardschokken, het omvallen van een toren het bedrijf hoogstens gedurende de slechte bedrijfsuren zal stremmen.

Een meer gedetailleerde beschouwing over de storings-mogelijkheden is hieraan als Hoofdstuk III toegevoegd.

*Sub c.* Het periodiek nameten der verschillende electriche grootheden van het station en het nagaan van den invloed der weersgesteldheid daarop.

Zowel te Sitoebondo als te Ambon bleek de werking van het station geheel onafhankelijk te zijn van de weersgesteldheid. Bij beschouwing der dienstroosters — met inbegrip van de buiten de roosters vallende avond- en nachtcorrespondentie en de sub *a* bedoelde veel belangrijker observaties — blijkt bovendien, dat te Koepang en Sitoebondo zeer weinig gelegenheid werd geboden voor de noodzakelijke waarnemingen, terwijl Ambon niet over de noodzakelijke meet-instrumenten beschikte. Aan dit onderdeel van het onderzoek is dan ook niet regelmatig de hand gehouden. Alleen de Koepangleider was er, onder opoffering van gelegenheid tot deelneming aan andere onderzoekingen, toe *verplicht* door de omstandigheid, dat de vonkspanning met de gewone middelen niet constant kon worden gehouden, een omstandigheid die aanvankelijk aan klimatologische oorzaken werd geweten.

Hoofdstuk IV behandelt dit onderdeel in detail.

*Sub d.* Het vaststellen van den per station noodzakelijken inventaris.

*Sub e.* Het vaststellen van de per station noodzakelijke hoeveelheid inventaris-reserve-deelen en verbruiksmaterialen, alsmede van den te Batavia aan te houden minimum reserve-voorraad per station.

Bovenstaande beide punten zijn reeds elders buiten dit rapport afgehandeld.

*Sub f.* De beoordeeling van de vraag of na affloop der jaarproeven de gemeenschap tusschen de stations te Sitoebondo, Timor-Koepang en Ambon zoodanig geregeld zal worden, dat:

1. de stations gedurende bepaalde en van te voren vastgestelde periodes twee aan twee met elkaar in verbinding zullen treden, dan wel dat:
2. de stations gedurende hun dienstdag uitluisteren en, al naarmate berichten worden aangeboden, deze verwerken, zonder dat daarvoor een andere regeling is vastgesteld, dan dat bij gelijktijdig roepen van twee stations, dat te Timor-Koepang de volgorde der correspondentie vaststelt.

Waar bij de geleverde stations, in den toestand waarin ze nu verkeerden, de verbinding zeer grillig is en men de beste oogenblikken wel tot het uiterste moet benutten om de

aanwezige correspondentie nog te kunnen verwerken, is voorshands de sub *f* 2. aangegeven werkwijze de normale.

Echter zoude deze werkwijze moeten worden herzien, zoodra de stations eventueel zooveel krachtiger zouden zijn gemaakt, dat gedurende *vaste* periodes op de diverse verbindingen geheel ware te vertrouwen. Het zoude dan voor de vlotte en meest economische afwerking der correspondentie b.v. van voordeel kunnen worden, vaste, daartoe meest geschikte periodes te reserveeren voor de rechtstreeksche verbinding Sitoebondo-Ambon, en den overigen tijd in vaste periodes onder te verdeelen, en deze voor de veel zekerder te maken verbindingen Sitoebondo-Koepang en Koepang-Ambon te bestemmen.

Een dergelijke indeeling in vaste periodes maakt natuurlijk de bedrijfskosten, afhankelijk van het aantal draaiuren, tot een minimum; vooral indien het in de toekomst mogelijk zoude blijken, op eenvoudige wijze sneltelegraafstoelstellen op de radioverbindingen in bedrijf te nemen, zoude deze indeeling veel voordeel bieden.

*Sub g.* Hoewel de tijd die ter beschikking stond zeer beperkt was, is het den leiders nog mogelijk geweest eenige onderzoekingen van algemeen wetenschappelijken aard te verrichten, welke buiten de gevallen *a* t/m *f* lagen. Waar, zooals boven reeds aangestipt, de Koepangleider speciaal door de andere *verplichte* werkzaamheden meer dan geheel in beslag werd genomen, is hiervan een logisch gevolg, dat deze onderzoekingen hoofdzakelijk van de beide andere leiders uitgingen.

De resultaten daarvan zijn samengevat in:

*Hoofdstuk V.* Voor zooverre zij betrekking hebben op de *ontvangst op de draadlooze stations* (algemeene critiek vliegwielschakeling, detector-gevoeligheid, geluidsterkte-meet-methodes, gunstigste telefoonweerstand).

*Hoofdstuk VI.* Voor zooverre zij betrekking hebben op transformatorresonantie.

Dit technisch wetenschappelijk rapport bestaat dus uit een Inleiding en zes hoofdstukken, waarin de *algemeene gedachtegang en de conclusies* der *gezamenlijke plaatselijke leiders* zijn neergelegd.

Sommige hoofdstukken hebben echter afzonderlijke bijlagen — het persoonlijk werk der diverse leiders — waarin enkele onderdeelen aan een diepergaand onderzoek zijn onderworpen. Voor zooverre de daaruit volgende conclusies door alle leiders konden worden aanvaard, zijn natuurlijk deze *conclusies* in de algemeene hoofdstukken overgenomen; voor het zuiver experimenteel gedeelte dezer gedetailleerde onderzoekingen blijven uit den aard der zaak de experimentatoren ieder voor zich aansprakelijk.

In het inhoudsoverzicht is getracht, op overzichtelijke wijze een wegwijzer te geven in het uitgebreide onderzoekingsmateriaal van dikwijls zoo zeer uiteenlopend karakter.

Op dezen overzichtstaat is eerst het materiaal aan de hand der categorieën, waaronder het in de „Nota der Proefnemingen” ressorteert, systematisch ingedeeld en kort beschreven.

Daaronder volgt de splitsing in hoofdstukken (Inleiding plus hoofdstukken I t/m VI), waarin de onderzoekingen zijn beschreven, onder opgave van den korten inhoud dier hoofdstukken.

Ten slotte is aan elk hoofdstuk toegevoegd een vermelding en korte inhoudsverklaring van de daarbij behorende bijlagen (persoonlijke onderzoekingen). De conclusies zijn neergelegd in de bijbehorende hoofdstukken.

Ten slotte is een portefeuille toegevoegd waarin alle teekeningen, op het geheele rapport betrekking hebbend, zijn opgenomen.

## Hoofdstuk I.

Hypothesen en observaties betreffende de energie-overbrenging tussehen zendend en ontvangend station.

Invloed van de zonnebestraling daarop. Absorptie.

### KORTE INHOUD.

A. <i>Algemeen: (Scheiding van de variatieoorzaken in 3 categorieën)</i> . . . . .	Blz. 9 t/m. 12.
B. <i>Veranderlijkheid der variaties van de III<sup>de</sup> categorie met den afstand</i> . . . . .	„ 13
C. <i>De veranderlijkheid van het medium.</i>	„ 13 „ 24.
(Beide andere categorieën blijven verder onbehandeld, daar zij van geen belang zijn.)	
a. Kort overzicht der <i>meetmethoden</i> . . . . .	„ 13 „ 14.
Kritiek onder verwijzing naar Hoofdstuk V, bijlage 3.	„ 14 „ 15.
b. Verschil tussehen <i>nacht-</i> en <i>dag</i> verbinding. Gunstigste daggolflengte.	„ 15 „ 16.
's Nachts is de golflengte van weinig invloed . . . . .	„ 16
Richting <i>Oost-West</i> niet speciaal slechter dan <i>Noord-Zuid</i> . . . . .	„ 17
Vergelijking tussehen de toestanden des daags in <i>Europa</i> en in de <i>Tropen</i> ; onsteekhoudendheid der Europeesche theoriën voor onze verbindingen; zonsopkomst- en ondergangverschijnselen.	„ 17 „ 19.
c. <i>Wijze van energie-overdraging</i> tussehen de beide stations; theoriën van A. SOMMERFELD . . . . .	„ 19
Correctie door H. MARCH voor de aardkromming en strooiing. . . . .	„ 20
AUSTIN's schijnbare bevestiging der SOMMERFELD—MARCH theorie. . . . .	„ 20
Verwaarloozing door SOMMERFELD van de niet-homogeniteit van de lucht . . . . .	„ 20
ECCLES' theorie over overdraging door de lucht. . . . .	„ 20
Kritiek dezer theorieën aan de hand der gehouden jaarproeven . . . . .	„ 21 „ 22.
Daardoor ontstane theorie van den Sitoebondo-leider (bijlage 2 van dit Hoofdstuk) . . . . .	„ 22 „ 24.
<i>Maanlicht-effect</i> . . . . .	„ 24

### BIJLAGEN:

- BIJLAGE 1. Korte beschrijving van het permanent stralings-meetstation te Sitoebondo (stad). 85  
 „ 2. Hypothese van den Sitoebondo-leider betreffende de energie-overdraging tussehen twee draadlooze stations en den invloed dien de zonnebestraling daarop heeft (absorptie). 87

# Hoofdstuk I.

## Absorptie.

### A. Algemeen.

Zoodra de draadlooze telegrafie meer uitgebreide toepassing ging vinden, bleek al spoedig, dat, al hield men zend- en ontvanginrichting gelijk, de ontvangen energie toch aan sterke schommelingen onderhevig was, in verband met het uur van den dag en den dag van het jaar.

Men constateerde veranderlijkheid in de ontvangen geluidsterkte, d.i. derhalve veranderlijkheid van de energie-overdraging, welke op drie wijzen kon worden verklaard:

- I. De verandering had plaats aan of nabij den zender, b.v. door zonnebestraling, waardoor b.v. de lucht rondom de antenne meer of minder geleidend zoude kunnen worden (ladingverlies, Hallwachseffect) of waardoor het geleidingsvermogen van de aarde onder de antenne zou veranderen, of door welken invloed in de onmiddellijke omgeving der antenne dan ook.
- II. Dezelfde mogelijkheden konden zich voordoen op het ontvangstation.
- III. De veranderlijkheid kon veroorzaakt worden door het tusschenliggend medium.

Op alle drie deze veronderstellingen heeft men theoricën gebouwd.

Het was mogelijk op eenvoudige wijze allereerst aan te toonen, dat de veranderlijkheids-oorzaken, bedoeld sub I en II geheel bijzaak zijn en zelfs bij bepaalde antenne-ophanging geheel kunnen worden uitgeschakeld, zoodat de oorzaak der veranderlijkheid in hoofdzaak moet worden gezocht in het medium tusschen de stations, wat trouwens in de laatste jaren algemeen werd verwacht.

Dit verwijderen der invloeden I en II uit de discussie is mogelijk geworden door toepassing van meetmethoden voor de uitgestraalde energie van een zendend station zooals die door ERSKINE MURRAY en den Sitoebondoleider werden gevonden en gepubliceerd in het *Jahrbuch der Drahtlosen Telegraphie*. (Band VIII S. 109).

Deze methoden toch maken het mogelijk, voortdurend de uitgestraalde energie van een zendstation te controleeren op een meetstation, d.i. een ontvangstation op betrekkelijk geringen afstand van het zendend station gelegen (enkele golf lengten). Voor zendstation en meetstation blijken dan hoofdzakelijk de veranderingsmogelijkheden I en II te gelden, daar het medium tusschen beide stations op zoo korten afstand slechts weinig invloed kan hebben.

Observeert men nu gelijktijdig op het zendstation A, op het meetstation A<sup>1</sup> en op een ver verwijderd ontvangstation B, dan moet bij vergelijking der waarden van A en A<sup>1</sup> direct blijken, welken invloed de variatie-mogelijkheden I en II hebben, terwijl de vergelijking dezer waarden met de gemeten waarden te B den invloed van het medium tusschen verwijderde stations duidelijk demonstreert.

Het ontvangstation B toch, onderscheidt zich van het meetstation A<sup>1</sup>, dat eveneens een

ontvangststation is, slechts door den *afstand*, d.w.z. dat voor B grootere mogelijkheid bestaat, dat het medium invloed uitoefent.

Eventueele kleine veranderingen, hoofdzakelijk uit de variatie-oorzaken I en II voortvloeiend, en geconstateerd tusschen A en A<sup>1</sup>, en welke zich dus ook op evenredige wijze te B doen gevoelen, kunnen dan gemakkelijk worden gescheiden van de voor het verwijderde station B hoofdzakelijk optredende variatie-oorzaak III.

Inderdaad werden eenige malen deze vergelijkende metingen gedaan.

Gelegenheid bood daartoe de maandelijksche meetdag, in de Inleiding bedoeld, en gehouden tusschen de diverse proefstations.

In de plaats Sitoebondo toch, bevond zich een permanent meetstation (A<sup>1</sup>) op ruim 10 KM. afstand van het zendstation (A) Landangan (Sitoebondo proefstation). Het proefstation te Koepang, dan wel dat te Ambon, deed daarbij als ontvangststation B dienst.

Geconstateerd werd, dat, terwijl bij gelijkblijvende zendstroomsterkte op het station A zeer groote geluidschommelingen voorkwamen tusschen de ver verwijderde stations A en B, intogendeel tusschen A en A<sup>1</sup> bijna geen variaties waren te bemerken.

De algemeen bekende, groote verschillen in overbrenging des daags en des nachts, die tusschen de stations A en B ook geregeld voorkwamen, traden tusschen zendstation A en meetstation A<sup>1</sup> *niet* op. Hieruit blijkt, dat het medium op dezen korten afstand geen invloed heeft.

De tusschen A en A<sup>1</sup> geconstateerde veranderingen zijn van geringen aard, bijna onmeetbaar, zoodat globaal gesproken de veranderingsmogelijkheden I en II ook niet bestaan en de geheele, overal geconstateerde geluidsterkteverandering tusschen twee verwijderde stations derhalve in de sub III bedoelde, veranderlijke middenstof moet worden gezocht.

Van de onder I en II vallende geringe invloeden werd slechts deze bemerkt, dat van zonsopgang naar den middag (12 uur) de stroomsterkte op het zendend station A geleidelijk iets (circa 1 à 2%) *toenam*, terwijl daarentegen de waargenomen stroomsterkte op het meetstation A<sup>1</sup> ongeveer met een zelfde bedrag *afnam*, vergeleken bij de oogenblikken van zonsopgang en -ondergang.

Deze twee gelijktijdig optredende verschijnselen wijzen op een vermindering in den stralingsweerstand met stijgende zonshoogte voor één of voor beide de antennes A en A<sup>1</sup>. Inderdaad bleek dit de oorzaak te zijn. Door de geleidelijk stijgende en dalende temperatuur met hoogste punt iets na den middag, worden de antennedraden en afspankabels verlengd, waardoor de topdraden van de parapluie-antenne iets meer gaan doorhangen. Dit kon met een sextant destijds te Ambon afdoende worden vastgesteld.

Door dit doorhangen vermindert de stralingshoogte en daarmee de stralingsweerstand een weinig, waardoor bij de hoogste optredende temperatuur (middag) de antennestroom *toeneemt* op het gevende station A, terwijl de uitgestraalde energie gelijktijdig afneemt, dus ook de stroomsterkte in den meetluchtdraad op het station A<sup>1</sup>. De ontvangst te A<sup>1</sup> wordt door eigen grooteren doorhang ook nog weer minder goed.

Deze invloed van de temperatuur is echter zeer gering en onmerkbaar vergeleken bij de reusachtige geluidsterkte-variates tusschen de ver verwijderde stations A en B, terwijl de kleine geluid-variatie op het meetstation A<sup>1</sup> nog geheel kan worden weggenomen door de antennedraden op constante mechanische spankracht te houden, b.v. door de uiteinden der afspantouwen na het aanhalen niet vast te bevestigen, doch ze door gewichtsbelasting gelijkmatig strak gespannen te houden, onafhankelijk van de buitentemperatuur.

Hierdoor verdwijnen de variatie-mogelijkheden I en II geheel. De variatie-mogelijkheden I en II zijn dus van gansch ondergeschikten invloed en kunnen tot nul worden teruggebracht. De groote variatie zit dus, zooals door het bovenstaande is aangetoond, in het medium, zoodat verder slechts het geval III zal worden behandeld.



### B. Veranderlijkheid der variaties van de III<sup>de</sup> categorie met den afstand.

Spoedig bleek, dat de variatie III zeer sterk toenam met den afstand. Is de variatie voor de verbinding *Koepang—Ambon* (860 KM.) nog tamelijk onbeduidend, in sommige jaargetijden die tusschen *Sitoebondo* en *Koepang* (ca. 1100 KM.) reeds ernstiger, tusschen *Sitoebondo* en *Ambon* (ca. 1600 KM.) wisselt het daggeluid van zeer goede waarden tot onhoorbaarheid.

Fig 1, ontleend aan het Ambon overnemings-rapport, geeft een duidelijke demonstratie van het bovenstaande.

Hierbij nam het proefstation Ambon (Noesanive) de plaats in van het zendstation A.

Het meetstation A<sup>1</sup> was een tijdelijk meetstation nabij *Latoehalat* in de omgeving van Ambon, op een afstand van 5.5 KM. van A.

Het ontvangstation B was het proefstation *Koepang*.

Dit voorbeeld wordt verkozen boven dat waarbij *Sitoebondo* het A-station was, omdat in het Ambon-geval nog eenige meetbare variatie in de stroomsterkte van het meetstation A<sup>1</sup> werd waargenomen bij constanten zendstroom in het A station.

Dat was het gevolg van verschil in den zeespiegelstand tusschen eb en vloed, waardoor bij de daar gevolgde opstelling van het meetstation (A<sup>1</sup> station) de meet-antenne schijnbaar langer en korter werd, hetgeen zich als verschil in ontvangen energie bij constante zendenergie merkbaar maakte.

We zien in fig. 1, dat de ontvangen stroom op het B-station (*Koepang*) volgens een geheel andere wet — en wel met den tijd — verandert dan die in het A<sup>1</sup>-station, (*Latoehalat*), waaruit duidelijk volgt, dat de verandering op den langen afstand niet volgens de voor de verbinding A-A<sup>1</sup> geldende verandermogelijkheden I en II geschiedt, doch dat voor deze langere verbinding A-B hoofdzakelijk de III<sup>de</sup> oorzaak moet gelden, d.i. de veranderlijkheid van het medium. Evenwel blijkt ook, dat voor dien bepaalden meetdag de variatie op dezen afstand nog zeer gering is.

Op andere dagen en voor langere afstanden was deze veranderlijkheid echter veel grooter.

Verder wordt dus alleen beschouwd:

### C. De veranderlijkheid van het medium.

Teneinde deze te kunnen vaststellen, was, zooals in de *Inleiding* reeds werd vermeld, een meetmethode voor de aankomende energie noodig.

De uitgezonden energie werd gecontroleerd door een hittedraad-ampère-meter in het luchtnet; na het voren gezegde betreffende de onbelangrijkheid van de verandering van den stralingsweerstand der zendantenne, werd aangenomen, dat de stralingsweerstand  $W_s$  konstant bleef, zoodat de uitgestraalde energie steeds gelijk bleef aan  $E_s = I_a^2 W_s = K$ .  $I_a^2$  dus evenredig was met het kwadraat van de aanwijzing van het hittedraadinstrument in het luchtnet.

In de keuze van een meetinstrument aan de ontvangzijde was men zeer beperkt. Bij de geringe aankomende energie kunnen absoluut betrouwbare meetinstrumenten als hittedraad-instrument, thermo-element, baretter of thermo-galvanometer niet gebruikt worden, daar deze te ongevoelig zijn. Practisch bleven maar twee wegen open, waarbij eerst de wisselstroomenergie in stootvormigen gelijkstroom wordt omgezet door een detector en deze gelijkstroom daarna wordt aangetoond met de zooveel gevoeliger gelijkstroom-instrumenten: Telefoon en draaispiegel-galvanometer. De twee methoden zijn:

I. *de parallel OHM methode* daarop berustend, dat door parallelschakelen van een bepaalden weerstand (parallel OHMS) aan de ontvangtelefoon van een normaal ontvangtoestel, het geluid daarin juist tot verdwijnen wordt gebracht.

II. *de galvanometer-uitslag methode*. In plaats van de telefoon wordt een zoo gevoelig

mogelijke galvanometer ingeschakeld en de uitslag, veroorzaakt door een overgeseinde streep, afgelezen.

Beide methodes hebben, zooals in Hoofdstuk V bijlage 3, uitvoerig wordt besproken, het nadeel, dat zij afhankelijk zijn van de detector-eigenschappen en dus nauwelijks als *quantitatieve* methode mogen worden beschouwd, althans niet voor verschillende dagen en verschillende detectoren. Men moet zich echter behelpen met deze methoden, de eenige die er zijn.

In bovenbedoeld Hoofdstuk is uiteengezet, dat voor:

$$\text{methode I. } \frac{1}{p_0} + K_1 = K_2 I_a^2$$

$$\text{methode II. } \alpha_g = K_3 I_a^2$$

Waarin  $p_0$  = de gemeten parallel-OHM-weerstand (telefoonshunt) noodig om het geluid te doen verdwijnen.

$K_1$  = een constante afhankelijk van telefoon- en detectorweerstand.

$K_2$  = een constante afhankelijk van dezelfde weerstanden, alsmede van de gehoorscherppte en de telefoongevoeligheid.

$I_a$  = de te meten wisselstroomsterkte in de ontvangantenne.

$\alpha_g$  = de galvanometeruitslag in graden.

$K_3$  = een constante, afhankelijk van de detector- en galvanometergevoeligheid.

Op deze wijze is dus een *globale* meting van de ontvangantennestroomsterkte mogelijk, indien van te voren door ijking de diverse constanten zijn bepaald en zolang de eigenschappen van den detector zelf constant blijven (gewoonlijk één of meer dagen).

Daarbij dient aangestipt:

1°. dat beide eenvoudige formules slechts gelden, zolang de geluiden niet bovenmatig sterk zijn, daar anders het tweede lid een meer gecompliceerde functie van den ontvangantennestroom wordt.

2°. dat de zuiverheid van de methode zelf, afgezien van de detectorveranderlijkheid, voor methode II en voor niet te kleine geluidsterkten, zeer voldoende is. Echter laat de methode ons geheel in den steek bij sterke luchtstoringen. De methode I daarentegen is met sterke persoonlijke fouten behept, die als minimum ca. 10 % afwijking naar boven en beneden, niet zelden echter 30 % afwijking geven. Echter kan de methode ook dan nog toegepast worden, wanneer de luchtstoringen sterk zijn, daar gedurende het meten het oor nog de teekens van luchtstoringen onderscheidt.

Beide methodes werden toegepast. Voorschrift was: meting volgens methode I, doch gewoonlijk werd volgens methode II gecontroleerd en op meetdagen steeds volgens beide methoden gewerkt.

Voor de Ie methode geeft het zendend station eenige minuten lang een bepaalde Morseletter (gewoonlijk V) omdat dit voor het meten op het gehoor het aangenaamst is; voor methode II worden eenige lange strepen gegeven, daar dit voor zuiver aflezen en zich instellen van den galvanometer het beste is.

Moge voor streng *quantitatieve* metingen veel zijn af te dingen op de nauwkeurigheid dezer methoden, speciaal met het oog op den onmisbaren detector met zijn veranderlijke eigenschappen, toch zijn voor *relatieve* metingen, zooals in het onderhavige geval, beide methoden voldoende, vooral methode II en, wat aan elke kritiek het zwijgen oplegt, zij zijn de eenig mogelijke methoden.

Getracht wordt steeds op het zendend (A) station de antennestroomsterkte constant te houden, waarmee dus tevens ongeveer constante uitgestraalde energie wordt verkregen. Komen enkele geringe afwijkingen voor, dan is correctie van het ontvang-resultaat op het B station op eenvoudige wijze mogelijk doordat gebleken is, dat op een bepaald oogenblik, voor een bepaalden

toestand van het medium, de ontvangantenne-stroomsterkte in B evenredig was met de zendstroomsterkte in A.

Was echter de stroom in A constant en veranderde de antennestroom in B als functie van het uur van den dag, dan veranderde derhalve het medium of ten minste de wijze waarop het medium voor de energieoverdraging zorgde of die belemmerde. Men zegt dan, dat de absorptie verandert, hoewel zal blijken, dat streng genomen, niet uitsluitend absorptie in het spel is.

Gewapend met deze meetmethoden, werd spoedig de meest markante variatie van het geluid bevestigd, n.l. die tusschen *dag en nacht*.

1°. Reeds bij zijn eerste transatlantische proeven ontdekte MARCONI het opvallend verschil in ontvangen geluidsterkte tusschen dag en nacht bij gelijkblijvende sterkte van het zinnend station. Het geluid was 's nachts zeer sterk t.o.v. dat over dag; soms was overdag van correspondentie geen sprake, daar het zinnend station niet was te hooren, terwijl in den daarop volgenden nacht, als het ontvangend station (schip) zich *verder* had verwijderd, het geluid tamelijk krachtig was.

In enkele gevallen was het geluid 's nachts zoo buiten alle verwachtingen sterk, dat men aan een soort natuurwonder dacht en sprak van freaks. Ook gedurende de Sabang-overnemingsproeven met H. Ms. „Tromp” werd het bovenstaande bevestigd.

2°. Het was algemeen bekend, dat *overdag* de overbrenging bij gelijkblijvende uitgestraalde energie afhankelijk was van de gebezigde golflengte. Men drukte dit uit door te zeggen: de dag-absorptie neemt voor grootere golflengten *af*.

Het is in het algemeen echter niet mogelijk, met dezelfde stationsinstallatie en meer bepaald met dezelfde antenne bij constante zendenergie alle golflengten even voordeelig uit te stralen. Globaal gesproken nam de uitgestraalde energie voor een bepaalde installatie met toenemende golflengte *sterk af*. Voor een bepaalde stationsinstallatie waren derhalve twee sterk tegen elkaar indruischende tendenzen aanwezig, die de keuze van de gewenschte bedrijfs-golflengte bepaalden en wel

- a. *betere energie-overbrenging* bij grootere golflengte door verminderde absorptie.
- b. *geringere begin-energie* (zendenergie) bij gebruik van langere golven door verminderde straling voor dezelfde antenne.

Het gevolg hiervan is, dat de combinatie dezer twee invloeden een gunstigste golflengte moet tengevolge hebben voor een bepaald stel installaties met bepaalde zendenergie en voor bepaalden afstand.

Deze gunstigste golflengte werd dan ook praktisch door den Telefunken-ingenieur vastgesteld en als gunstigste bedrijfsgolf aangegeven n.l. voor alle verbindingen ca. *1600 meter* (beleeftede refereert aan het rapport van den Hoofdleider), welke golflengte dan ook uitsluitend gedurende het proefjaar is gebruikt).

Een illustratie van het boven beweerd levert fig. 2.

*Lijn I* stelt de uitgestraalde energie voor, bepaald volgens de stralingsmeetmethode van den Sitoebondo-leider, herleid tot constante zendstroomsterkte en wel voor de golven 600, 1280, 1650 en 2300 meter van het Ambon-station.

Aangeteekend dient hierbij te worden, dat de 600 meter golf door een kleinere antenne wordt uitgestraald, zoodat de lijn geen continue functie is. Zoude het mogelijk zijn de 600 meter golf uit te stralen met een antenne van gelijke schijnbare hoogte (stralingshoogte) als de antenne voor de grootere golven, dan zoude het punt voor de 600 meter golf nog hooger liggen.

Anderzijds kan de 600 meter golf slechts met ongeveer half zoo groote stroomsterkte uitgezonden worden als de andere golven, waardoor de werkelijk bereikbare uitgestraalde energie t. o. v. de andere golven in fig. 2 wordt aangegeven door het punt A.

*Lijn II* geeft de ontvangen energie te Koepang aan, eveneens herleid tot een constante

seinstroomsterkte te *Ambon*, alles voor een bepaald oogenblik van den dag (middag Koepang) dus voor een bepaalden zelfden toestand van het medium.

We zien, dat niettegenstaande de veel grootere uitgaande energie der 600 en 1280 meter golven, de eerste golf in 't geheel niet ontvangen werd, de tweede veel zwakker dan de langere 1650 en 2300 meter golf.

De ontvangst blijkt voor *dezen bepaalden absorptie-toestand* een maximum te zijn voor een golflengte van ca. 1700 meter om daarna te dalen, omdat weliswaar de absorptie nog vermindert, doch de uitgestraalde energie tevens zeer klein wordt.

Bij proeven door den Telefunken-Ingenieur JÖRGENSEN genomen, bleken bij deze antenne zeer lange golven van 3000—3500 meter dan ook van alle voordeel ontbloomt.

Uit de lijnen I en II is nu het verloop der absorptie voor verschillende golflengten gemakkelijk vast te stellen. Het resultaat is weergegeven door lijn III. We zien, dat voor *dezen afstand* de absorptie voor golven beneden ca. 1500 meter *onpraktisch groot* is en dat deze boven 1800 meter *niet veel meer afneemt*. Dit zou dus voor deze verbinding beteekenen, dat de antennevorm zoo had gekozen moeten worden, dat b.v. de golf van ca. 2000 meter even voordeelig geproduceerd zoude kunnen worden, als thans die van 1280 meter, die practisch op het groote luchtnet de kleinst installeerbare en dus best stralende golf is). Het eenvoudigst ware dit te verwezenlijken geweest door een toren te nemen niet van 85 meter doch van ca. 105 meter hoogte of twee torens van 75 meter, waardoor hetzelfde zoude kunnen worden bereikt.

Voor de andere trajecten, b.v. Sitoebondo-Koepang, wordt deze gunstigste golflengte naar nog grootere waarden verschoven en daarmede ook de gunstigste torenhoogte.

Op deze verbinding is toch de 1280 meter om 12 uur Koepangtijd nauwelijks even hoorbaar, dus bijna even slecht als de 600 meter golf voor het traject Ambon-Koepang en is de gunstigste golflengte tot ca. 1900 meter verschoven.

De Telefunken-Ingenieur heeft daarom dan ook de 1200 meter golf verwijderd en er de 1900 meter golf voor in de plaats gesteld.

4°. Des nachts is de overbrenging niet zoo sterk afhankelijk van de verschillende golflengten. Hoewel eenig verschil wellicht blijft bestaan, treedt dit bij constante zend-energie toch niet in sterke mate naar voren. 's Nachts is voor alle golven het geluid zeer krachtig doch aan sterke dikwijls plotselinge schommelingen onderhevig, zoodat betrouwbare vergelijkingsmetingen ook in verband met de sterke nachtluchtstoringen, moeilijk zijn.

5°. Waar *overdag* de verbinding met den grooteren afstand in het algemeen genomen slechter en veranderlijker wordt, is, binnen de observatiegrenzen, hoe ongerijmd het ook op het eerste gezicht moge lijken, 's nachts de verbinding in het algemeen beter gebleken, naar mate de afstand grooter was. Zoo was tusschen de proefstations de nachtverbinding Sitoebondo—Ambon verreweg het best en gewoonlijk zelfs beter dan de korste afstand Ambon—Koepang, zoodat het dikwijls voorkwam, dat Ambon en Koepang elkaar 's nachts niet verstonden door de luchtstoringen heen en de correspondentie tusschen beide plaatsen moest worden geleid over Sitoebondo, daar deze over de langere trajecten Ambon—Sitoebondo en Sitoebondo—Koepang beter was. Waar en het traject Ambon—Koepang (het kortste) en het traject Sitoebondo—Ambon (langste traject) bijkans geheel over vrije zee loopen, behoeft aan invloed van tusschenliggend land niet gedacht te worden. Trouwens die invloed zoude dan daags ook verwacht moeten worden.

Een verder in het oog springend voorbeeld levert de verbinding Sabang—Koepang, welke 's nachts dikwijls goed is, terwijl dan gelijktijdig het zooveel dichterbij gelegen Sitoebondo de teekens van Sabang niet of zwak hoort. Stond dit geval alleen, dan ware wellicht tusschenliggend land (een stuk van Atjeh) als eenige reden aan te merken; in verband met de andere voorbeelden is eerder de grootere afstand tot Koepang daarvan de oorzaak.

6°. Waar deze voordeelige afstanden alle liggen in de richting West-Oost en de eenige

verbinding, welke *ongeveer* Noord-Zuid loopt, de kortste en slechtste is, n.l. Koepang-Ambon, hebben de observaties hier zeker niet het bewijs geleverd dat in *het algemeen* 's nachts de richting Noord-Zuid voordeliger zou zijn dan Oost-West, zooals MARCONI, naar aanleiding van een alleenstaand geval, heeft verkondigd; eerder is hier het tegendeel te beweren. Naast de bovengenoemde verschijnselen tusschen de proefstations, geeft het Sabangstation hiervan een meer sprekend voorbeeld, aangezien het daarbij gaat om afstanden, welke meer nabij komen aan die welke door MARCONI worden genoemd, dan het geval is voor de op kleineren afstand van elkaar gelegen proefstations. Sabang werkt met slechts 3 K.W. antennec energie en 600 meter golf waarmede overdag hoogstens 750 KM. wordt gehaald, een enkele maal 900 KM. in correspondentie met minder krachtige scheepsstations; behalve dat Sabang nu 's nachts in Westelijke richting dikwijls tot c.a. 3000 KM. heeft gewerkt, heeft het met Oostelijk gelegen meer gelijkwaardige stations eenige malen zeer goede nachtcorrespondentie gehad tot 5500 KM. (Oorlogsschepen te Tsingtau en het kust-station te Osaka). Al is door gebrek aan stations in Noord- en Zuidrichting een absoluut weerlegend bewijs niet te leveren, zeker is het toch een bewijs dat de Oost-West richting 's nachts niet zoo heel nadeelig kan zijn, waar met een zoo klein station als Sabang onder bepaalde omstandigheden zulke reusachtige afstanden (1/2 deel van den aardomtrek) in die richting behoorlijk overbrugd konden worden. Wil men deze verbindingen „freaks” noemen, soit, doch de door MARCONI aangehaalde verbinding is het evenzeer.

Uit het bovenstaande blijkt duidelijk, dat:

7°. Nacht- en dagverbinding niet alleen *quantitatief* doch ook *qualitatief* verschillen; de optredende verschillen kunnen *niet* verklaard worden door het 's nachts wegvallen van de dag-absorptie alleen; zeer groot verschil is er ook in den aard van de veranderlijkheid van het geluid. Deze veranderlijkheid bestaat ook daags, doch dan neemt het geluid over lange perioden (b.v. een uur of meer) gestadig in sterkte toe en af.

's Nachts is die toe- en afnemings grillig, met plotselinge ongelooflijk sterke geluiden, om een minuut later onder de daggeluidsterkte te dalen (dalingen onder 200 p.o. zijn geconstateerd; 50 p.o. is reeds een tamelijk middelmatig daggeluid, 1 p.o. en daaronder een normaal maximum nachtgeluid). Deze veranderlijkheid bij de hevige nachtluchtstoringen maken het 's nachts werken vermoeiend en navraag noodig, zoodat een commercieele verbinding niettegenstaande de sterkere geluiden veel minder goed is te handhaven dan met het veel zwakkere doch meer regelmatige daggeluid bij verminderde luchtstoringen.

8°. In Europa is men op grond van de ervaringen met de transatlantische MARCONI-verbindingen, tot de conclusie gekomen, dat het daggeluid constant zoude zijn in tegenstelling met het sterkere doch meer grillige nachtgeluid.

Daarbij werd op de oogenblikken van overgang van dag op nacht en omgekeerd een onregelmatigheid in het geluid waargenomen, n.l. een geluidsterkteverbetering bij zonsopgang aan het meest oostelijke station, gevolgd door een geluidsterktevermindering ongeveer voor het oogenblik, dat de zon halfweg beide stations opkomt, terwijl bij zonsondergang hetzelfde in omgekeerde volgorde gebeurde.

Op dit algemeen verloop heeft men theorieën gebouwd, waarvan voornamelijk Professor KENNELLY van de Harvard Universiteit de drager is (beleefde referte aan diens lezing voor „The Institute of Radio-engineers” Vol 1 part 3 1913).

Deze theorieën konden echter niet in alle onderdeelen juist zijn, daar de observaties in gematigde streken zijn gedaan, waar groote zonshoogten niet voorkomen. Verder zouden zich voor die verbindingen eenige toevalligheden moeten voordoen, om de overgangsverschijnselen bij zonsopgang en ondergang op de daar verklaarde wijze te doen optreden.

Als tegenhanger toch moge Fig. 3 dienen, waarbij het dagverloop voor zeer groote zonshoogte is aangegeven voor ontvangst te Sitoebondo van teekens van Koepang.



Verticaal is het aantal gemeten p. o. afgezet (hoe *hooger* de gemeten waarden, hoe *slechter* het geluid).

We zien daaruit, dat om en bij de aangegeven tijdstippen van zonsop- en ondergang wel kleine variaties in het geluid optreden in den geest van die, welke door MARCONI zijn aangegeven, doch dat deze, behalve door de onbelangrijkheid der amplitude, ook daarin van de door MARCONI aangegevene afwijken, dat de markante punten juist in omgekeerde volgorde met de momenten van zonsopgang en -ondergang der beide stations samenhangen.

*Koepang is het meest Oostelijke station.* Volgens KENNELLY zoude bij zonsopgang te *Koepang* het geluid plotseling *beter* moeten zijn; juist het omgekeerde heeft echter plaats. Bij zonsopgang te *Koepang* daalt het geluid vrij plotseling van het nachtgeluid (laag aantal p. o.) tot een bijzonder *slecht geluid* (hooge grafiekwaarde). Vóór de zon te *Sitoebondo* (Westelijk station) opgaat, n.l. vóór zonsopkomst voor een punt gelegen op het midden van de baan tusschen *Koepang* en *Sitoebondo*, treedt een *tijdelijke geluidsverbetering* in, het omgekeerde van wat MARCONI vindt en door KENNELLY's theorie wordt verklaard.

Verder zien we, dat het dagverloop geenszins constant is voor deze groote zonshoogte, doch dat eenige geluidsverminderingen (absorptie-maxima) optreden, welke voornamelijk ter weerszijden van den middag liggen en veel belangrijker zijn dan de schier onmerkbare verschijnselen om en bij zonsopgang.

Daarna zien we reeds ca. een half uur vóór zonsondergang op het meest Oostelijke station de geluidsterkte naderen tot de nachtwaarde (dit zoude echter zeer goed op reflectie kunnen wijzen). We zien dan echter, evenals bij zonsopkomst, een iets *slechter worden van het geluid* op het moment van zonsondergang op het Oostelijk station, en een *beter worden van het geluid*, al naarmate het traject tusschen de stations wordt verduisterd, gewoonlijk met geleidelijken overgang naar het nachtgeluid, soms met een kleine geluidverzwakking bij zonsondergang op het Westelijk station.

De volgorde is dus juist andersom als noodig voor de verklaring volgens KENNELLY's theorie.

Verder zoude KENNELLY's verklaring van geluidverbetering door spiegelingen en van geluidverzwakking door diffuse verstrooiing gedurende den zonsopgang en den zonsondergang, doen veronderstellen, dat deze verschijnselen voor de seinrichting Oost-West het meest geprononceerd zouden moeten optreden, indien de zon opkwam of onderging in het vlak van het te overbruggen traject (d.i. voor de richting zuiver Oost-West in de maanden September en Maart) in ons geval voor zonsopgang ca. 10 Februari en 1 November voor zonsondergang ca. 1 Mei en 15 Augustus. Echter treedt *iets dergelijks niet* op.

We hebben bij fig. 3 (~~24~~ Februari) reeds gezien, dat het zonsopgang-phenomeen daar zonder eenig belang is; ook op de lijn voor November in fig. 3 is dit phenomeen zwak. De sterkste morgen-dalen komen voor in Augustus, waar ze zeer geprononceerd zijn (zie fig. 3), n.l. wanneer de richting der opkomende zon hoeken maakt van ca.  $30^\circ$  met de baan tusschen de stations.

De zonsondergangdalen zijn op deze verbinding nooit erg geprononceerd; het meest geprononceerde geval kwam voor in *October*, terwijl de maanden, waarin ze verwacht worden n.l. Mei en Augustus, zooals fig. 3 aantoont, er geheel vrij van waren.

Gedurende de maand, waarin het zonsondergang-phenomeen wel optrad, n.l. *October*, maakt de richting der ondergaande zon een hoek van ca.  $25^\circ$  met de baan. Het schijnt dus wel, dat deze hoek van  $25^\circ$  à  $30^\circ$ , welke zonnestraling en baan met elkaar moeten maken, voor het optreden van merkbare zonsopgang- en zonsondergang-verschijnselen, van grooten invloed is. Overigens bleek, dat deze zonsopkomst- en zonsondergang-verschijnselen, veel geprononceerder optraden voor de verbinding *Koepang-Ambon*, d.i. voor een meer Noord-Zuidelijke richting; ook dit is in tegenspraak met Professor KENNELLY's opvatting.

De verschillende theorieën over het verschil tusschen dag en nacht en over deze zonsop- en ondergangs-phenomenen, kortweg samengevat onder de betiteling „Absorptie theorieën”, lijden algemeen aan het kwaad, dat ze af en toe in markante tegenstelling tot elkaar en tot waargenomen feiten staan, hetgeen het directe gevolg is van de weinige bekendheid met hetgeen geschiedt in hoogere luchtlagen. Men komt hier allicht tot het bouwen van theorieën op een te klein aantal feiten, die te zeer samenhangen met plaatselijke omstandigheden. Vooral het feit, dat de theorieën zijn opgebouwd hoofdzakelijk op waarnemingen in gematigde gewesten, waar de zon niet hoog genoeg stijgt om op de verschijnselen een algemeene theorie te kunnen bouwen, is mede debet aan dit verschijnsel.

Nauw samenhangend met de bestaande absorptie-theorieën was het inzicht, dat men had in de *wijze van energie-overbrenging* tusschen zendend en ontvangend station. De meeste auteurs dachten zich daarbij de optredende geluidveranderingen als werkelijke absorptie, d.i. energieverbruik der golven onderweg als gevolg van zonbestraling en weersomstandigheden.

Ter wille van den samenhang onzer beschouwingen over de *wijze van energie-overbrenging* en de *optredende geluidwisselingen* (verkeerdelijk algemeen absorptie genoemd) dienen de verschillende opvattingen, die men dienaangaande was toegegaan, in het kort aangegeven te worden.

Het meest eminente werk in deze richting is zeker wel de theoretische ontwikkeling dezer kwestie door A. SOMMERFELD, die de energieoverdraging geheel theoretisch afleidt voor het geval een electro-magnetische trilling moet worden overgebracht langs het platte vlak, dat twee verschillende media met verschillende dielectrische constante en permeabiliteit en met verschillend geleidingsvermogen, van elkander scheidt.

Hij komt tot de slotsom, dat in zoo'n geval de potentiaal-vector voor een verwijderd punt wordt samengesteld uit *drie* deelen :

- 1°. één als gevolg van een *ruimte-golf* in het ééne medium (practisch lucht),
- 2°. één als gevolg van een dito *ruimte-golf* in het andere medium (aarde, zee, enz.),
- 3°. één als gevolg van een *oppervlakte-golf* langs het scheidingsvlak van beide media.

Hierbij moet het verschil tusschen *ruimte-* en *oppervlakte-golf*, zoodanig worden gedacht dat de eerste soort van expansie in *drie* dimensies toelaat (bolvormig), waardoor de energie per oppervlakte-eenheid met het *kwadraat* van den afstand afneemt, terwijl de tweede soort (oppervlakte-golf) evenals de ringvormige uitbreiding der golfing door een steenworp in het water, slechts expansie in twee dimensies toelaat, langs het scheidingsvlak der beide media, waardoor de energie per oppervlakte-eenheid lineair met den afstand afneemt.

Dit is een principieel verschil tusschen de energie-overbrenging van de beide categorieën 1° en 2° eenerzijds en de 3° categorie anderzijds. Indien we het in de hand hebben, de energie-componente sub 3° *te doen domineeren* ten koste van de beide eerste categorieën, kan dit tengevolge van bedoeld verschil voordeel opleveren. De energie neemt dan toch (afgescheiden van eigenlijke absorptie) slechts lineair *met den afstand af* in tegenstelling met het geval waarin de categorieën 1° en 2° domineeren, waarbij de energie afneemt met *het kwadraat van den afstand*. Vooral bij groote afstanden maakt dit natuurlijk een reusachtig verschil met betrekking tot de benodigde energie.

Daar we aan de diverse constanten der beide media niets kunnen veranderen, blijkt uit A. SOMMERFELD's vergelijkingen, dat we het bovengenoemde doel het best bereiken door *zeer groote golflengten* te kiezen. Ook blijkt uit de theorie, dat de transmissie over zee veel beter moet zijn dan over land, twee waarheden, die vrij algemeen erkend worden. Behalve dat echter de diverse constanten, noodig voor berekening der betrekkelijke waarden van de drie energie-overbrengings-categorieën niet precies bekend zijn (Professor ZENNECK heeft veel werk verricht om deze te bepalen) zijn bij de Sommerfeldsche afleiding twee zaken verwaarloosd, te weten :

1°. Dat het scheidingsvlak tusschen de twee media niet *vlak* is doch *bolvormig* (n.l. het aardoppervlak). Een correctie is hiervoor later aangebracht door H. MARCH en anderen; men vindt dan, dat de energie niet evenredig afneemt met den afstand  $S$ , doch, indien daarbij een boog van  $\theta$  graad wordt afgelegd, is de ontvangen energie voor de derde categorie  $\epsilon^1 = \epsilon_0 \frac{1}{s} \sqrt{\frac{\theta}{\sin \theta}}$ ; hierbij is de absorptie en strooiing der stralen bij buiging om de aarde niet in rekening gebracht, met het zeldzaam resultaat, dat de ontvangen energie voor bogen grooter dan  $90^\circ$  weer toeneemt tot voor de antipoden een maximum wordt bereikt.

Door strooiing wordt in werkelijkheid bovenbedoelde uitdrukking:

$$\epsilon^1 = \epsilon_0 \frac{1}{s} \sqrt{\frac{\theta}{\sin \theta}} e^{-K \frac{s}{\sqrt{\lambda}}}, \text{ waarin } K \cong 0,0019.$$

Deze formule is voor afstanden tot 1600 K. M. door AUSTIN overdag bevestigd, wat den *algemeenen vorm* betreft; gevonden werd n.l. in de praktijk:

$$I^1 = I_0 \frac{K^1}{s} e^{-\frac{\alpha s}{\sqrt{\lambda}}}, \text{ waarin } \alpha \cong 0,0015.$$

Het eenige verschil ligt dus daarin, dat de boog (tot max. ca.  $14.5^\circ$ ) te klein was om zich langs empirischen weg in de formule van AUSTIN geldend te maken, terwijl in de strooiingscorrectie (exponentieele factor)  $\sqrt{\lambda}$  inplaats van  $\sqrt[3]{\lambda}$  voorkomt.

2°. dat de media niet *homogeen* zijn. Voor een traject geheel over zee mag dit voor het ééne medium niet veel verschil uitmaken (het zeewater), voor het andere medium (de lucht) maakt dit groot verschil uit, daar de eigenschappen van de lucht met de hoogte sterk veranderen, waardoor brekings- en buigingsverschijnselen kunnen ontstaan, die het aandeel der lucht-ruimte-golf in de totaal aankomende energie kunnen veranderen.

I. Het moet toch, gezien diverse waarnemingen ook op ander gebied, niet als uitgesloten worden beschouwd, dat zich in de bovenste luchtlagen (op ca. 180 K. M. hoogte) een goed geleidende laag (vermoedelijk ontstaan door een sterk vacuum) bevindt, die aan vrije ruimte-straling in drie dimensies een snelle grens stelt, zoodat reeds op kleinen afstand van het station (een paar honderd kilometers) de golven gedwongen zijn, zich tusschen die laag en de aarde, d. i. in *twee* dimensies in plaats van *drie* te bewegen, waardoor de overbrenging door deze *ruimte-golf* bij afstanden van meer dan een paar honderd kilometer even oeconomisch geschiedt als door de *oppervlakte-golf* van SOMMERFELD.

II. Door de verandering in de samenstelling, vochtigheid en druk van de lucht tusschen de aarde en dit geleidend bovenvlak is het mogelijk, dat ruimtestralen, die onder een hoek de aarde verlaten, naar beneden gebogen worden en dus op grooteren afstand de aarde weer treffen, hetzij dat dit zuiver buiging is voor het geval de lagen vloeiend in elkaar overgaan, dan wel een combinatie van breking en reflectie, voor het geval de lagen scherp zijn afgescheiden. De luchtruimte-golf zoude hierdoor niet alleen de aardroning gemakkelijk volgen, doch ook op bepaalde afstanden een grootere E.M.K. kunnen induceeren, dan de oppervlakte-golf.

Inderdaad heeft b.v. Professor ECCLES deze mogelijkheid opgeworpen, meer speciaal die van buiging door verschillend geioniseerde lagen, en hij is daarop vrij algemeen aangevallen, aangezien men meende, dat de buiging nooit voldoende zoude kunnen zijn om een straal om de aardkromming heen te buigen. Zelfs kwam Professor FLEMING tot het tegenovergestelde resultaat, nl dat hoogstens een buiging *van de aarde af* zoude kunnen bestaan.

De gehouden jaarproeven nu, waarbij de trajecten hoofdzakelijk over *zee*, d.i. gunstig voor het ontstaan van de SOMMERFELDSCHÉ oppervlaktegolf, waren gelegen, hebben aangetoond, dat voor de toch ook niet extrême kleine golflengte van 1600—1800 meter en middelmatige afstanden (860—1700 K.M.) niettegenstaande de gunstige bestaansvoorwaarden voor de SOMMERFELDSCHÉ oppervlaktegolf, aan de vrije luchtruimtegolf het leeuwendeel van de energietransmissie moet worden toegekend.

De reusachtige geluidsverschillen tusschen dag en nacht met de plotselinge grillige geluidsterkteveranderingen 's nachts zijn een *zekere* aanwijzing dat althans 's nachts de ruimtegolf het ten eenen male wint van de oppervlaktegolf. Waar toch zouden deze plotselinge, hevige veranderingen hun oorsprong moeten hebben, indien ze de oppervlaktegolf zoo sterk moesten beïnvloeden?

Desnoods kan men zich nog voorstellen, hoewel het niet logisch zoude zijn, dat de zonnebestraling de zeeoppervlakte en onderste luchtlagen zóó sterk beïnvloedde, dat verschil tusschen dag- en nachtgeluid tot 500-voudig verschil zou intreden. Maar hoe zoude het dan mogelijk zijn, dat deze plotselinge veranderingen 's nachts plaats grijpen, zonder dat bestraling aanwezig is? Deze plotselinge veranderingen toch bedragen ook het 500 à 1000 voudige. Verder zoude er geen verklaring voor te vinden zijn, dat 's nachts zulke reusachtige afstanden door dikwijls zeer zwakke stations met korte golflengten zouden kunnen worden overbrugd en zeker niet het hier geconstateerde feit, dat binnen de waarnemingsgrenzen de verbinding met den afstand eerder *beter* dan *slechter* was. Al was het niet aanwezig zijn van zonnebestraling de oorzaak van betere geleiding der „oppervlaktegolf” door het aardoppervlak, de wet dat de werking lineair met toenemenden afstand afneemt, zoude moeten blijven bestaan evenals de groote afhankelijkheid van de gebezigde golflengte. Ergo 's nachts is voor onze bedrijfstoestanden *zeker* de ruimtegolf overheerschend.

Doch ook voor de dagverbinding tusschen onze proefstations is moeilijk aan te nemen, dat de oppervlaktegolf de hoofdfactor zou zijn. Op denzelfden dag toch, tusschen zonsopkomst en zonsondergang, afgezien van de opkomst- en ondergangseffecten zelf, komen (zie fig. 3 & 4) geluidsterkteveranderingen voor met verhoudingen 1:5 voor de verbinding *Sitoebondo-Koepang*, ja zelfs 1:20 voor de verbinding *Sitoebondo-Ambon* en wel zoo plotseling, dat een dergelijke variatie binnen het verloop van  $\frac{1}{4}$  tot 1 uur geschiedt en b.v. op tijden zoo dicht bij den middag, dat verandering in de zonshoogte op het scheidingsvlak tusschen lucht en aarde een dergelijken invloed niet kan hebben.

Er zijn wel stemmen opgegaan, die veronderstelden, dat deze vrij plotselinge schommelingen, die elkaar zeer regelmatig opvolgen, het resultaat zouden zijn van de interferentie van „oppervlakte”- en luchtruimtegolf, die van gelijke frequentie zijn, doch door het verschil in den afgelegden weg niet met elkaar in phase zouden zijn.

*Gelijkphasigheid*, door verandering in de lagen als gevolg van zonnebeschijning ontstaan, zoude dan de *geluidversterkingen*; *tegengesteldheid der phase* zou *geluidverzwakkingen* voortbrengen.

Waar het geluid echter dikwijls tot practische onhoorbaarheid vermindert, zoude dit al insluiten, dat *oppervlakte*- en *ruimte*-golf ongeveer van *gelijke sterkte zouden moeten zijn* om elkaar te kunnen opheffen, dus dat geenszins de ideaaltoestand zou zijn bereikt, waarbij practisch de *oppervlakte*-golf de eenige is. Trouwens interferentie kan bij gedempte golfreksen, met tusschenruimten tusschen de opeenvolgende groepen, moeilijk ontstaan.

Verder spreekt tegen het aannemen van de oppervlaktegolf het feit, dat gebergten en land *midden in de baan* weinig of geen invloed hebben; een betrekkelijk onbelangrijke berg vlak voor een der stations wél. Terwijl men zich dat geval gemakkelijk kan verklaren, indien de gebogen ruimtestralen het verbindingsmiddel vormen, waardoor deze gemakkelijk over een berg midden in de baan heenbuigen, terwijl een berg vlak voor een station de meest horizontale stralen

onderschept, moeilijk is dit te verklaren, indien de verbinding door middel van oppervlaktegolven tot stand komt.

Dat dit verschil echter duidelijk optreedt, moge daaruit blijken, dat daags de verbindingen tusschen de proefstations regelmatig slechter worden met den afstand in de volgorde Koepang-Ambon, Sitoebondo-Koepang, Sitoebondo-Ambon, niettegenstaande de eerste en de laatste verbinding practisch geheel over water gaan en de tweede verbinding voor ca. 30 % over bergland, dat in het midden van de baan ligt.

Ondanks dit verschil in bodemgesteldheid verhielden b.v. voor een bepaald oogenblik (ca. middag van de gemiddelde banen) en constante stroomsterkte der zenders, de ontvangen stroomsterkten zich als: 2.42 : 1.87 : 1, terwijl de afstanden zich verhouden als ongeveer 2 : 1.3 : 1 d.i. derhalve een vrij regelmatige geluidvermindering met den afstand. Anderzijds was het bijna onmogelijk voor Ambon om te correspondeeren met Hr. Ms. „Tromp”, (vooral 's nachts) toen deze bodem zich in de Noord-baai van Ceram bevond, op slechts 150 K.M. afstand, met de niet zeer hooge bergen van Ambon (530 M.) en Ceram (830 M.) tusschen de stations. Dit vindt zijn oorzaak in het feit dat deze bergen zóó dicht bij de stations lagen. Ook hier had het geluid, geproduceerd door de Sommerfeldsche oppervlakte-golven, nog zeer krachtig moeten zijn.

Uit een en ander concludeeren we, dat althans voor onze verbindingen de *ruimte-golven* overheerschen en dat de dagelijksche veranderingen niet door interferentie der beide golfcategorieën ontstaan, (daartoe zijn de gedempte golven ook niet erg geschikt) doch door beïnvloeding van de zon op de luchtlagen en zoo op de vrije ruimte-golven. Ook voor de verbindingen met Balikpapan — werkende met lange golf — (boven 3000 M.) geldt nog hetzelfde. Uit beschouwing van de lijnen fig. 3 t/m 5, die de maandkrommen op de diverse stations voorstellen, is duidelijk te zien dat de *zon* invloed heeft. Aan de beide geluidsverminderingen ter weerszijden van den middag, die bij lage zonshoogte (Juni) nog slechts rudimentair voorkomen, en die bij groote zonshoogten zeer geprononceerd zijn, is dit te zien; ook de andere geluidsterkte-dalen komen geregeld voor, echter *niet* in rechtstreeksch verband met de zonshoogte, doch merkbaar van de zon afhankelijk en met het jaargetijde en t. o. v. van den middag verschuivende. Één en ander is door den *Sitoebondo-leider* nader onderzocht en daarop is in Bijl. 2 een hypothese opgebouwd; het resultaat daarvan zij hier geresumeerd als volgt: Ms 87

I. Het verschil tusschen de verbindingen 's nachts en daags mag, gezien de diverse gedurende het proefjaar geconstateerde feiten, veilig worden toegeschreven aan het *principieele verschil* in energie-overbrenging daags en 's nachts.

II. a. Alle verschijnselen wijzen op de juistheid van reeds door verschillende auteurs (Prof. ECCLES b.v.) aangenomen nachtelijke *reflectie* der stralen tegen een geleidende bovenlaag. Speciaal het feit, dat de nachtverbinding binnen zekere grenzen beter wordt met den afstand, is hiervoor een bewijs in verband met de stralingskarakteristiek van verticale antennes voor verschillende elevaties.

b. De hoogte van deze spiegelende laag wordt, in verband met andere verschijnselen, op ca. 180 KM. geschat. Dit zoude beteekenen, (zie bijlage 2) dat 's nachts het geluid zoude moeten toenemen tot ca. 3000 KM., om daarna weer te dalen en vermoedelijk geheel te verdwijnen op 4500 KM. en weer beter te worden tot ca. 6000 KM. enz. Dit zoude gemakkelijk systematisch onderzocht kunnen worden, doch in het licht van deze theorie is het een minder verrassend resultaat, dat voor Sabang b.v. de gemaakte groote afstanden alle liggen op ca. 2400—3600 KM. en daarna weer eerst bij 5500 KM.

c. De electriche stralen zijn daarbij vrijwel *rechtlijnig*, buigen zich niet noemenswaard; dit bewijst het geval van de „Tromp”, die 's nachts met Ambon van achter de bergen op slechts 150 KM. *geen* verbinding kreeg, overdag door geringe buigingen en reflectie in lagere lagen *wel*; ook het feit, dat alle golven 's nachts practisch even goed overkomen wanneer slechts de stralings-



energie aan den zender gelijk is, bewijst dat de absorptie dan bijna niet bestaat. Was de straal gebogen door ongelijkvormige luchtlagen, dan moest door verschil in brekingsindex en daarbij behorende absorptie merkbaar verschil voor de verschillende golflengten bestaan. 's Nachts is de absorptie dus praktisch nul, vandaar, naast het spiegeleffect, de groote werkingsfeer.

d. De groote plotselinge veranderlijkheid van het geluid 's nachts is hiermede ook verklaard. Waar op eenigen afstand het grootste gedeelte der aankomende energieën *alleen* door reflectie tegen die bovenlaag het ontvangend station kan bereiken, beteekent elke veranderlijkheid in die bovenlaag een veranderlijkheid van het geluid. Nu blijkt in Hoofdstuk II, dat men ter verklaring van het ontstaan der luchtstoringen eveneens verplicht is aan te nemen, dat die laag aanwezig en electrisch zeer bewegelijk is, zoodat de diverse theorieën hier gelijke hypothesen voor luchtstoringen en seintekens noodzakelijk maken, hetgeen voor de mogelijke juistheid der theorie pleit, te meer waar dezelfde laag ook voor andere natuurverschijnselen de eenige verklaringmogelijkheid biedt.

III. a. Daags wordt deze laag door de golven blijkbaar *niet bereikt*; immers de grillige geluidsveranderingen treden alsdan *niet* op, terwijl uit het blijven bestaan (zij het dan ook verzwakt) der luchtstoringen, blijkt, dat die beweeglijke laag toch nog aanwezig is.

b. Om echter de groote veranderlijkheid in de daggeluidsterkte te kunnen verklaren, is het noodig, aan te nemen, dat voor onze stations althans, ook overdag, de *luchtruimtegolven* een hoofdrol spelen. Waar deze niet zooals 's nachts de hoogere lagen treffen, alvorens het ontvangend station te bereiken, is het noodzakelijk, daartoe aan te nemen dat de stralen, onder eenige elevatie de aarde verlatend, zich buigen of gebroken worden en daardoor de aarde weer kunnen bereiken. Hierdoor wordt verklaard:

de belemmering, veroorzaakt door een betrekkelijk lagen berg „in den aanloop” eener verbinding, terwijl bergen in het midden van de baan niet hinderlijk zijn. In het midden van de baan toch beteekenen bergen, welker hoogte *zelfs in kilometers* wordt gemeten, nog slechts een zeer geringe buiging voor een afstand gemeten in honderde of duizende kilometers. In den aanloop, dicht bij het station echter, beteekent op den afstand van kilometers of tientallen van kilometers een berghoogte van één KM. b.v. een noodzakelijke belangrijke elevatie van den uitgaanden ruimtestraal, waardoor deze sterk moet worden gebogen, om op het ontvangend station de aarde weer te bereiken.

c. Tot nu toe nemen de auteurs aan, dat overdag de lagen vloeiend in elkaar overgaan, zoodat *geen breking* doch buiging (feitelijk geleidelijke breking) optreedt. De baan overdag zoude derhalve een *gebogen lijn* moeten zijn met voortdurende ronding naar ééne zijde.

De Sitoebondo-leider leidde uit de scherp optredende geluidsverminderingen daags af, dat de baan tamelijk rechte gedeelten moet bevatten, die vrij plotseling in elkaar overgaan.

Hieruit zoude blijken, dat overdag wel degelijk vaste lagen tamelijk plotseling in elkaar overgaan d.i. er moet *breking* optreden in de onderste gedeelten van de baan, waardoor de invloed van de golflengte, wegens verschil in brekingsindici, groot wordt. Inderdaad wordt dit sterk gedemonstreerd door eenige speciaal optredende gevallen voor de verbinding *Sitoebondo-Ambon*, die op enkele dagen als gevolg van een klein verschil in golflengte geheel onsymmetrisch met de seinrichting verliep. De *Sitoebondoleider* kwam tot de conclusie, dat *speciaal* geluidverzwakkingen optraden wanneer de zonsrichting loodrecht stond op een gedeelte (speciaal een der rechte gedeelten) van den krachtstraal, die beide stations verbindt, en vooral dan, *wanneer tevens de zon in het vlak van de baan tusschen beide plaatsen stond*.

Hierdoor wordt verklaard:

1°. het feit dat voor jaargetijden met groote zonshoogten nabij den middag zulke geweldige geluidsverzwakkingen optreden, en dat het verloop van het geluid over den dag alleen symmetrisch t. o. v. den middag kan zijn op die dagen, waarop de zonsdeclinatie gelijk is aan de geographische breedte van het punt van de baan midden tusschen de stations gelegen;

2°. dat het verloop dezer geluidsverzwakkingen geheel anders moet zijn voor de richting Noord-Zuid dan voor Oost-West. Inderdaad bestaat dan ook een principieel verschil tusschen het verloop der geluidsterkten b.v. voor de verbinding Koepang-Ambon en voor Sitoebondo-Koepang;

3°. waar in *gematigde streken* de zon nooit groote hoogten bereikt noch een declinatie verkrijgt in de buurt van de gemiddelde geographische breedte van de baan, moet aldaar het geluid zelfs voor verbindingen in de richting Oost-West veel gelijkmatiger zijn dan in de tropen. Dit is vermoedelijk de reden, waarom men de kleine optredende verschillen niet heeft opgemerkt, en veronderstelde, dat het geluid practisch constant was. Zelfs in de tropen is voor de verbinding in Juni en Juli de dagvariatie tamelijk onbelangrijk.

d. Door den Sitoebondoleider werd gevonden, dat de zonsopgang- en zonsondergangdalen optreden voor *die* zonne-standen waarbij de stralen met een gedeelte van de baan (speciaal de rechte gedeelten) samenvallen.

Echter trad dit *niet* het geprononceerdst op voor het geval de zon in het vlak van de baan opkwam, zooals KENNELLY'S theorie zou doen veronderstellen, doch voor zonnestanden, waarbij de lichtstralen een hoek van 25 à 30° ter weerszijden met het baanvlak maken, zoodat het vermoeden wordt uitgesproken, dat de geluidsverzwakking ontstaat door gedeeltelijke zijdelingsche reflecties der electriche stralen uit haar baan. De diverse dagkrommen kloppen zeer goed met deze verschillende door den Sitoebondoleider ontwikkelde theorieën, zoodat een belangrijke aanwijzing bestaat, dat diens verklaringen de juiste zijn en daarmee dus een der onopgeloste vraagstukken der Radio-telegrafie zoude zijn opgelost. Een verdere toetsing aan de practijk in andere gewesten zal echter natuurlijk ten eerste zijn aan te bevelen.

e. *Maanlichteffect*. Verschillende waarnemers beweren voor het maanlicht een overeenkomstigen invloed te hebben geobserveerd als voor de zon; dit zoude niet behoeven te verwonderen.

Echter is het ons *niet* gelukt, voor deze bewering bevestiging te vinden; vermoedelijk is de invloed te gering, of was daartoe het nachtonderzoek niet uitgebreid genoeg. Bij de plaats gehad hebbende observaties bleek echter geen meetbare invloed. Hierbij moet worden bedacht, dat geheel op het opmerkingsvermogen van den telegrafist is afgegaan; zoodat alleen zeer markante invloeden zich zouden hebben geopenbaard; het meten 's nachts met de vele luchtstoringen is toch te *onbetrouwbaar* voor het stelselmatig opzoeken van onbelangrijke geluidswisselingen.

## Hoofdstuk II.

### Observaties van en Hypothesen betreffende de Luchtelectrische storingen.

#### KORTE INHOUD.

A.	<i>Inleiding: Het hinderlijke der luchtstoringen.</i>	Blz. 27 t/m. 29.
B.	<i>Indeeling der luchtstoringen:</i>	
	1. naar de <i>hevigheid</i> (categorieën 1 t/m. 5 van de nota der proefnemingen met illustreerende recorderstrooken)	„ 29 „ 31.
	2. naar de vermoedelijke oorzaak (categorieën 1, 2 en 3)	„ 31
C.	<i>Opsporing der oorzaken.</i>	
	1. Beide eerste categorieën van <i>B</i> sub 2 <sup>e</sup> door den <i>Koepang-leider</i> (zie ook bijlage 1)	„ 31
	2. derde categorie van <i>B</i> sub 2 <sup>e</sup> door den <i>Sitoebondo-leider</i>	„ 31 „ 32.
D.	<i>Bespreking van reeds bestaande theorieën.</i>	
	1. die van Professor ECCLES	„ 32 „ 33.
	2. die van DIECKMANN	„ 33 „ 34.
E.	<i>Invloed van meteorologische toestanden op de luchtstoringen</i>	„ 34 „ 38.
F.	<i>Verzamelde gegevens betreffende de benodigde geluidsterkte, om door de categorieën 1 t/m. 5 van B sub 1e heen te werken</i>	„ 39 „ 40.
G.	<i>Middelen tot onschadelijk maken der luchtstoringen</i>	„ 40 „ 41.
	1. carborundum met negatieve hulpspanning als door den <i>Sitoebondo-leider</i> gevonden middel tot wegwerken van sterk storende geluiden.	
	2. compensatie-schakeling van den <i>Sitoebondo-leider</i>	
	3. Aperiodisch beschermnet naar DIECKMANN	
	4. Marconi-detector-tegenschakeling	
	5. Marconi was-rol-phonograaf-ontvanger.	

#### BIJLAGEN.

- BIJLAGE 1. Hypothese van den *Koepang-leider* betreffende de luchtstoringen sub *C*, 1<sup>ste</sup> en 2<sup>de</sup> categorie.  
 „ 2. Idem van den *Sitoebondo-leider* betreffende luchtstoringen sub *C*, 3<sup>de</sup> categorie.

## Hoofdstuk II.

### Beschouwingen betreffende het ontstaan van de luchtstoringen (atmosferische storingen) in de draadlooze telegrafie.

#### A. Inleiding.

Zoals bekend is, verstaat men in de draadlooze telegrafie onder atmosferische- of luchtstoringen de in de ontvangtelefoon waarneembare sissende, knakkende en ratelende bijgeluiden, welke haar ontstaan niet aan zendende stations, eigen station of naburige electriche kunstwerken te danken hebben, doch die blijkbaar, evenals de draadlooze teekens, door de middenstof, den aether, worden gedragen en daarin of daarbuiten in het heelal als natuurverschijnsel ontstaan.

Het *waar* van dit ontstaan ligt in sommige gevallen voor de hand, is in andere gevallen niet naspeurbaar gebleken. De oorsprong moet voor verschillende soorten zeer verschillend zijn; de aanwezigheid is niet alleen door invoering van de draadlooze telegrafie bekend geworden, doch sommige soorten zijn ook op telefoonlijnen, vooral berglijnen in de tropen, zeer goed waarneembaar en zeer hinderlijk bij het spreken.

Toch is deze hinderlijkheid voor de draadlooze telegrafie veel intensiever en vooral in de tropen nemen deze bijgeluiden zulke geweldige sterkten aan, dat de draadlooze seintekens, zelfs vrij krachtige, er onontcijferbaar door worden.

Het hevigst, in het algemeen gesproken, zijn deze luchtstoringen 's nachts; ze zijn dan zeer krachtig en ratelen schier zonder tusschenpoozen. Gelukkig voor de draadlooze verbindingen is echter het nachteluid der seintekens enorm veel sterker dan het daggeluid, waardoor het voor stations, welke bij weinig storingen een voldoende dagverbinding hebben, gewoonlijk, zij het vaak met veel navragen, ook mogelijk is door de nachtstoringen heen te werken.

Evenwel zijn er jaargetijden, in Indië b.v. hoofdzakelijk de Westmoesson, waarbij ook overdag, speciaal tusschen middag en avond, de dagstoringen in hevigheid naderen tot de sterkte der nachtstoringen, in enkele, gelukkig nogal zeldzame gevallen, deze zelfs overtreffen.

Het is duidelijk, dat de stations zeer krachtig moeten zijn om overdag door dergelijke zware hindernissen heen te werken, vooral waar die hevige middagstoringen dan nog samenvallen met periodieke, dagelijks optredende geluidverzwakkingen tengevolge van de veranderlijke dagabsorptie.

Weet men nu nog, dat er in de tropen jaargetijden zijn, waarin juist deze dagabsorptie toevallig gelijktijdig met de luchtstoringen (bijv. in den Westmoesson 1—3 u. n/m.) een maximum bereikt, dan behoeft het geen betoog, dat deze luchtstoringen een draadlooze dag-(speciaal middag-)verbinding in deze streken tot een der moeilijkste problemen maken, ja behoeft het niet te verwonderen, dat de stations, waarvan in dit rapport sprake is en die in het goede jaargetijde (d.i. bij geringe absorptie en weinig of geen luchtstoringen) voldoen, in de minder goede jaargetijden 's middags herhaaldelijk van elkaar moesten boeken: „geen verbinding door

sterke luchtstoringen" en dat, al bleek de verbinding nog mogelijk, slechts met zeer veel herhalen en veel inspanning dikwijls maar enkele woorden gedurende de proefperiodes werden overgebracht.

Het ligt dus voor de hand, dat voor de *dag*verbinding in de tropen zeer sterke stations noodig zijn, vergeleken met stations in die gewesten, waar de luchtstoringen overdag schaarsch zijn. De mate, waarin dit verschil optreedt, zal verderop blijken.

Waar sterke stations in het algemeen duur zijn in aanschaffing, lastig in bediening en dus ook duur in bedrijf (personeel en brandstofkosten voornamelijk) daar is het natuurlijk van belang, vooral voor de toekomst van de draadlooze telegrafie als verkeersmiddel in de tropen, om middelen te vinden, teneinde deze luchtstoringen onschadelijk te maken, waardoor met veel kleinere stations, dan nu vereischt worden, de te overbruggen afstanden zouden kunnen worden gehaald.

Afwezigheid van luchtstoringen opent ook een arbeidsveld voor geluidversterking, (waardoor de stationstypen *nog* kleiner kunnen uitvallen), voor oproep- en schrijfapparaten en ten slotte, het voornaamste, voor sneltelegrafie, waardoor de capaciteit van de verbinding belangrijk kan worden verhoogd.

Alle deze mogelijkheden om tot verbetering van de verbinding te geraken en daarmee tot verhooging der appreciatie van de draadlooze telegrafie als verbindingsmiddel, lijden nu schipbreuk op de onmacht om deze luchtstoringen op te heffen of onschadelijk te maken.

In den strijd tegen dezen overmachtigen vijand, heeft de fabrikant ons blijkbaar niet van de noodige verweermiddelen kunnen voorzien; middelen om de storingen *op te heffen*, waren niet aanwezig; noch de nevenschakeling aan het ontvangtoestel van een hooge zelfinductie van geringen Ohm'schen weerstand, noch de tusschenkringschakeling, als bedoeld op blz. 62 Hoofdst. V van de kritiek op het ontvangtoestel, kunnen als een ernstige poging daartoe gelden.

Een middel om ze onschadelijk te maken voor de *ontvangst op het gehoor*, bood Telefunken ons wel, al was het succes verre van afdoende, in den vorm van de *muzikale vonk*.

Inderdaad bleek deze heen te dringen door storende atmosferische geluiden, welke veel krachtiger waren dan het eigen ontvangen geluid, en het behoeft niet betwijfeld te worden, dat met gelijk sterke teekens, doch een lagere toonhoogte of geknetter, de verbinding bij belangrijk zwakkere luchtstoringen dan nu, verbroken zoude zijn geweest; niettegenstaande den hoogen toon moet het geluid echter nog veel krachtiger zijn, dan dat der geleverde stations, wil de dagverbinding te allen tijde verzekerd zijn. Voor enkele momenten daags in de slechte tijden is deze met practische middelen zelfs geheel buitengesloten.

Vergelijking echter met de ontvangst van signalen van het Balikpapan-station, dat met veel lagere toonhoogte (ca. 370 vonken sec.) werkte, en met ouderwetsche scheepsstations welke met een knettervonk werken, toonden duidelijk de superioriteit aan van een hoogen vonktoon bij gelijke geluidsterkte.

Maar al moge de zingende vonk door de meer gemakkelijke selectie van de seintekens uit den chaos der luchtstoringen de gehoorontvangst verbeteren, de storingen blijven niettemin aan de ontvangzijde onverzwakt bestaan, waardoor geluidversterkers, oproeptoestellen en sneltelegraafstoestellen waardeloos zijn. De enorme geluidsterkte dezer storingen spot met elke accoustische afstemming en stoot alles in eigen slingering aan.

Mede geleverde geluidversterkers en oproepapparaten waren reeds alleen daardoor — afgezien van de perfectie der apparaten zelve — waardeloos en onbruikbaar.

Duidelijk is dus het belang, dat in de tropen vooral, gemoeid is met een eventueel succes van pogingen tot het wegwerken der luchtstoringen, pogingen, die dan alleen vruchtbaar kunnen zijn, wanneer een helder inzicht in het wezen en ontstaan dezer storingen zal zijn verkregen.

Wel is waar zijn door andere firma's dan de leverancierster (de Maatschappij „Telefunken") apparaten gepatenteerd en geïnstalleerd, die deze storingen heeten op te heffen en zijn proeven

met deze middelen en studie daarvan ten zeerste aan te bevelen, doch enkele dier middelen hebben reeds den toets der practijk niet kunnen doorstaan, andere zijn alleen toepasbaar voor zeer bijzonder systemen, terwijl ook daarvan het resultaat niet als volkomen afdoende vaststaat.

Het spreekt vanzelf, dat, waar de kennis betreffende deze luchtstoringen gering was en toch van zoo onschatbare waarde voor den dienst, door de plaatselijke leiders gedurende het proefjaar systematische waarnemingen werden verricht, teneinde achter de oorzaak en het ontstaan dier storingen te komen en dat pogingen werden aangewend, om middelen te vinden tot opheffing dier storingen; dit is dan ook gedeeltelijk gelukt; voor een helaas niet onbelangrijk gedeelte kon slechts een hypothese, zij het geen onwaarschijnlijke, worden opgemaakt.

### **B I. Indeeling der luchtstoringen naar de hevigheid.**

In de eerste plaats moesten de optredende luchtstoringen systematisch worden waargenomen onder gelijktijdige observatie van de bewolking, temperatuur, vochtigheid, barometer, enz., teneinde een eventueelen samenhang te kunnen constateeren.

Te dien einde was in de nota der proefnemingen een schaal van appreciatie voor de optredende luchtstoringen vastgesteld, loopende van 0 t/m 5 welke beteekende:

0. *geen storingen.*

1. *lichte storingen*, welke bij de vergelijkingsgeluidsterkte van 100 parallel-OHM de correspondentie niet zouden hinderen. (voor beteekenis 100 parallel-OHM, zie hoofdstuk V bijlage 3).
2. *middelmatige storingen*, welke hoewel hinderlijk, bij de vergelijkingsgeluidsterkte, met eenige moeite en eventueele herhalingen een goede correspondentie toch nog zouden toelaten.
3. *sterke storingen*, welke bij de vergelijkingsgeluidsterkte met veel moeite en eventueel veel herhalingen toch nog correspondentie zouden toelaten.
4. *hevige storingen*, waarbij bij de vergelijkingsgeluidsterkte correspondentie niet meer mogelijk zoude zijn.
5. *buitengewone storingen of onweders*, waarbij zelfs bij een zeer krachtig geluid correspondentie niet meer mogelijk zoude zijn, of waarbij het lucht-net geaard moet worden.

Behalve dat deze observatie werd verricht, werd door den Sitoebondoleider van tijd tot tijd het verloop dier storingen vastgelegd op een *recorderstrook*. De storingen waren dan n.l. zoo hevig dat op een gewonen, betrekkelijk ongevoeligen recorder, direct geschakeld op het ontvangtoestel in plaats van op de telefoon, de luchtstoringen duidelijk waarneembare teekens gaven.

Eenige strooken met de qualificaties waaronder ze volgens de schaal van appreciatie vielen, zijn in fig. 6 en 7 gereproduceerd.

Indien men nu bedenkt, dat de rechte streep op ca.  $1\frac{1}{2}$  m.M. parallel aan de nullijn door den recorder op enkele der strooken getrokken, is opgeteekend voor een constanten recorderstroom van 500 micro-ampère en dat de bovengenoemde vergelijkingsgeluidsterkte van 100 parallel ohm in den recorder 0.15 micro-ampère produceert, terwijl het zeer sterke seingeluid van 2 p.o., waarmede men door bijna alle luchtstoringen heen dringt, in den recorder nog slechts ca. 7 micro-ampère produceert, d. w. z. een schier onmerkbaaren uitslag van  $\frac{1}{50}$  m.M. veroorzaakt, dan heeft men een beeld van de geweldige amplitude der storingen, die bij enkele groepen, vallende onder de classificatie 4 à 45, den papierrand overschrijden d. i. minstens 3000 micro-ampère produceeren. Bij een seingeluid van 2 p. o. werkt men dus, dank zij den muzikalen toon, door storende geluiden heen, die in de recorderspoel, resp. de telefoon, minstens 100—500 maal sterker waarneembaar zijn dan de seintekens zelf, waarbij evenwel bedacht moet worden, dat luchtstoringen geen continu, gelijkmatig sterk geluid bezitten, doch tusschen deze zeer krachtige uitloopers minder krachtige tusschenpoozen overlaten, gedurende welke dan echter de storingen nog eenige malen (ca. 20 maal) sterker zijn, dan het ontvangen geluid.

De zeer sterke uitloopers geven dan hier en daar aanleiding tot het missen van enkele

woorden bij het opnemen op het gehoor. Bij aanschouwing der recorder-strooken blijkt voldoende de noodzakelijkheid van sterke stations en de wenschelijkheid, uit een bedrijfs- en economisch oogpunt, om middelen toe te passen, die deze storingen wegnemen.

Beschouwen we de recorderstrooken, die als het ware een staalkaart voor luchtstoringen zijn, en een illustratie geven van de appreciatie-schaal, dan zien we, dat zelfs voor de zeer zwakke categorie L  $1-1\frac{1}{2}$ , die bij de vergelijkingsgeluidsterkte, die tamelijk gering is (n.l. ca. het 10-voud van het juist „hoorbare”), geen hinder mogen geven, de aether nog krachtig en voortdurend bewogen is; rustperiodes tegenover storingsgroepen, die als maximum nog oploopen tot grenzen van ca. het 500 voud van het ontvangen geluid, komen slechts in zeer kleine lengten voor.

*Bij categorie 2 à  $2\frac{1}{2}$*  is het aantal groepen veelvuldiger, zijn reeds enkele der groepen zeer krachtig, zoodat bij de vergelijkingsgeluidsterkte hier en daar woorden uitvallen, die de telegrafist moet navragen. Waar de krachtige groepen enkelingen zijn, is de navraag slechts gering.

*Bij categorie 3* worden niet alleen de groepen van krachtige impulsies veel frequenter, zoodat de duur van *betrekkelijke* rust al niet langer is dan die der krachtige uitloopers, doch de groepen worden tevens meer egaal krachtig. Bij de „betrekkelijke” rust-tusschenruimten is doorhooren met veel moeite nog mogelijk, maar bijna elke uitlooper geeft aanleiding tot navragen; de storingen zijn dan sterk, de navraag veelvuldig, de correspondentie wordt gebrekkig. Met zekerheid mag men aannemen, dat een knettervonk-zender van dezelfde geluidsterkte deze hinder nis *niet* te boven zoude komen; waarschijnlijk zelfs de categorie  $2\frac{1}{2}$  reeds niet meer. Van hier af begint dus de groote superioriteit van het muzikale vonkgeluid.

*Categorie 4— $4\frac{1}{2}$* . Het behoeft bij beschouwing van de gereproduceerde strooken geen be toog, dat de vrij zwakke vergelijkingsgeluidsterkte niet in staat is, door deze snelle opeenvolging van uitloopers, practisch zonder rust, heen te werken. Zelfs met een krachtig geluid, ca. 50-voud van de vergelijkingsgeluidsterkte, dat echter op deze strook nog slechts een uitslag van  $0.02$  mM. zou produceeren, is het een wonder, dat, dank zij den muzikalen toon en het onderscheidingsvermogen van het menschelijk oor, correspondentie nog mogelijk blijkt. We staan hier aan de grens van het onoverwinbare, aan de grens van categorie 5, waarbij de natuurkrachten ons te sterk worden, waar het krachtigste geluid, dat de mensch kan produceeren, verdwijnt in het ge-weldig, alles overstemmend geknetter en geratel der van enorme energieën sprekende natuurlijke teekens.

Op de banden der categorieën van  $4-4\frac{1}{2}$  is uit de verticale strepen de duur der alles overweldigende groepen af te leiden. Bij de hier gebruikte strooksnelheid komt de afstand tusschen twee verticale lijnen overeen met een tijdsverloop van 15 seconden; zoo'n zeer krachtige uit-loopergroep duurt dus stellig tot 7 à 10 seconden aan één stuk, terwijl de tusschenruimten zeer kort zijn, wellicht 3 à 5 seconden, hetgeen echter door de hier schijnbaar nietige, elkaar op den voet volgende uitslagen toch nog een zeer sterk geratel vertegenwoordigt. Steeds moet hierbij worden bedacht, dat het onder categorie 5 bedoelde *zeer sterke geluid* nog slechts een uitslag beteekent van  $\frac{1}{50}$  mM., die hier dus onzichtbaar blijft.

Bij de appreciatie der lengten van de krachtige storingsgroepen moet wel rekening worden gehouden met het navibreeren van den recordersyphon. Waar de recordergevoeligheid toch al niet groot was, kon n.l. niet met een dempenden shunt-weerstand worden gewerkt, die den syphon wel is waar rustiger doet zijn, dan bij weglating van de shunt, doch tevens minder gevoelig. Ook moest ter verkrijging van maximum-gevoeligheid met den vibrator worden gewerkt, waar-door demping door wrijving van den syphon op het papier ook wegviel.

Het gevolg hiervan was, dat indien de syphon *zeer krachtig* werd aangestooten en de stoot daarna plotseling ophield, het systeem syphon-spoel natrilde en een gedempte sinuslijn opteekende. Deze schijnbare verlenging der storingsgroepen is echter gemakkelijk van de eigenlijke

storing te scheiden; deze storingen, geleid door een detector en dus gelijkgericht, geven steeds een syphon-uitslag *boven de nullijn*; zoodra een groep ter weerszijden van de nullijn slingert, moet deze niet worden medegeteld, als zijnde aan uittrillen van de syphon te wijten.

Als eenvoudig voorbeeld dient de eerste sterke groep op de strook van Ls 3--3½.

Duidelijk zichtbaar is, dat de luchtstoringen hier twee zeer harde stooten produceerden; na den eersten stoot kon de syphon niet natrillen, daar reeds een tweede stoot volgde. Daar hierna echter belangrijke stooten uitbleven, trilde de syphon rustig in een fraaie, gedempte sinuslijn, uit.

Dergelijk natrillen komt echter uitsluitend bij *zeer sterke* storingsgroepen voor. Bij de minder sterke uitslagen is hiervan niets te bespeuren.

## B II. Indeeling der luchtstoringen naar de vermoedelijke oorzaak.

In het algemeen kunnen de luchtstoringen in drie verschillende categorieën worden ingedeeld van verschillende herkomst en die daardoor alle 3 hun typeerende eigenaardigheden hebben.

- 1e. harde, op zich zelf staande knakken. Eenige hiervan zijn op de strooken fig. 6 en 7 duidelijk te zien.
- 2e. een voortdurend aanhoudend zoemend geluid, dat den indruk geeft van zachten regen of van door een buis loopend water. Deze categorie, welke een speciaal, weinig optredend geval vormt, treedt op de strooken (fig. 6 en 7) niet op.
- 3e. een voortdurend ratelend geluid, waartusschen men periodiek harde knakken en ratelende uitloopers hoort, — ongeveer als een instortende muur —, deze worden door alle strooken fig. 6 en 7 in verschillende sterkte duidelijk gedemonstreerd.

De sub 1 bedoelde, alleen staande knakken zijn natuurlijk, mits niet gecombineerd met de beide andere categorieën optredend, weinig hinderlijk voor de correspondentie, de beide andere categorieën wel, dikwijls in zeer hevige mate.

De verschillende categorieën komen echter gewoonlijk gescheiden voor; zoo kwam categorie 1 voor gedurende onweders, wanneer nog niet geaard behoefde te worden, terwijl dan de beide andere categorieën ontbraken. Hoewel vlak na de observatie, als veiligheidsmaatregel tegen het onweder, dikwijls geaard moest worden, waren de luchtstoringen zelf niet sterk, in enkele gevallen slechts 2. Over de beide eerste categorieën heeft de Koepang-leider speciaal interessante waarnemingen gedaan, met daaruit getrokken conclusies en ontwikkelde theorieën. Een en ander is als bijlage 1 aan dit Hoofdstuk toegevoegd, waarnaar hier wordt verwezen.

## C. Opsporing der oorzaken.

In bijlage 1 worden de volgende conclusies getrokken:

De 1e categorie hangt positief samen met optredende lokale onweders, oorzaak is derhalve dezelfde als die der onweders.

De 2e categorie treedt op bij regen of regenachtig weder en zware, laag hangende bewolking; bestaat uit intermitterenden gelijkstroom, die in één richting verloopt en in sterkte steeds zwelt tot een maximum om daarna geleidelijk te verminderen. Duur der storingen ca. ½ uur. De ontvangen seintekens worden er tevens door verzwakt, vermoedelijk is dit een bombardement van zware ionen op de antenne hetgeen dus een afvloeiing van opgehoopte natte ionen naar aarde vormt.

De 3e categorie is diegene, welke voor de practijk het meeste interesseert, daar deze niet zoo als de categorieën 1 en 2, in bijzondere gevallen, als bij verwijderd onweder en opkomende regenbuien, optreedt, doch de normaal-voorkomende, hinderlijke soort is, welke de draadlooze berichtenwisseling zoo zeer beïnvloedt. Bij deze categorie, evenals bij categorie 1



wordt het geluid der aankomende teekens door de storingen zelf niet verzwakt zooals bij categorie 2 wél het geval is, waar deze verzwakking echter wellicht door omdraaien van den detector ware weggevallen. (Deze intermitterende gelijkstroom geeft n.l. in den detector een gesuis, als gevolg van stroom in één richting. Deze stroom is dus ook als hulpstroom op te vatten, zooals bij detectoren, die met potentiometer werken. Wellicht trad deze ongewilde hulpstroom in de voor den detector juist onvoordeelige richting op, en ware bij omdraaien van de polen van den detector het geluid-verlies verminderd of opgehouden).

De categorie 3 is dus niet storend door *geluidsvermindering* der aankomende teekens, doch uitsluitend als bijgeluid van zeer hinderlijk karakter.

#### D. Bespreking van reeds bestaande theorieën.

Eerst in den laatsten tijd is een ernstig streven merkbaar, om tot oplossing te komen van vele voor de D. T. zoo gewichtige vraagpunten, liggende niet binnen, doch buiten de stations. Een zeer belangrijke uiting hiervan was de oprichting van een groot radiostation te Brussel als centrale, dat zich ten doel stelde, in samenwerking met vele andere, overeenkomstige waarnemingen op radiogebied te doen, zooals dit thans door de meteorologische stations op weerkundig gebied geschiedt. Zeer waarschijnlijk zal het op deze wijze gelukken, verschillende gewichtige vraagstukken, als ontstaan der atmosferische storingen, wezen der absorptie, voortplanting der energie, op te lossen of reeds bestaande theorieën te steunen of te doen vallen.

Ook omtrent het ontstaan der atmosferische storingen zijn eenige hypothesen opgeworpen, waarvan voor zoover ons bekend is, de hypothese van ECCLES tot nu toe de meeste aandacht heeft getrokken, terwijl de laboratorium-onderzoekingen van M. DIECKMANN eveneens een richtsnoer kunnen vormen.

ECCLES neemt aan, dat de atmosferische storingen, die b.v. des winters in Engeland worden waargenomen, afkomstig zouden zijn uit het Zuiden, in dit geval uit Midden-Afrika.

Hoewel de opsteller der hypothese eenige redenen opgeeft, waarom deze storingen uit het Zuiden afkomstig moeten zijn, blijft hij in gebreke om aan te toonen, dat hun bakermat in Midden-Afrika zou moeten liggen.

Al hebben de hier gedane observaties helaas voor deze categorie niet het volledige inzicht in aard en plaats van het ontstaan ervan gebracht, toch hebben ze *groot nut* afgeworpen, hoofdzakelijk als *ontkennend* materiaal, terwijl aanwijzingen zijn gevonden in welke richting wél resultaat is te wachten.

Met bijna absolute zekerheid toch mag gezegd worden, dat althans het *onhoudbare* van prof. ECCLES' theorie is aangetoond.

Hierdoor kan veel onnut onderzoekingswerk worden voorkomen. Een zeer systematisch onderzoek gebaseerd op ECCLES' theorie zoude toch over de geheele wereld plaats vinden. Vele eminent doordachte en kostbare voorbereidende werkzaamheden zijn verricht, doch men zal nu op dit verkeerde spoor niet behoeven door te gaan en kan alle energie in andere richting aanwenden. Dit is althans een voordeel, dat de onderzoekingen in Indië hebben bewerkt.

Voor onze stations behoeft natuurlijk de bakermat der storingen ook volgens ECCLES'-theorie niet Afrika te zijn.

Wel is voor de aanvaarding van de ECCLES-theorie een bepaald storings-centrum in lagere luchtlagen noodig.

Waar nu de sterkte der luchtstoringen *in het algemeen* gesproken over dag het grootst was te Koepang, iets minder te Sitoebondo en het minst te Ambon, daar was het, gezien ECCLES' theorie, zeer verleidelijk om in dit geval eveneens het Zuiden n.l. Australië als bakermat aan te wijzen.

Ja, er bleef geen andere keus bij afwezigheid van ander uitgebreid vast land in een voor Koepang bezwarende richting. Echter verzetten zich tegen deze onderstelling de volgende twee afdoende overwegingen:

a. De ECCLES-theorie neemt aan, dat de nachtstoringen dezelfde zijn als de dagstoringen, en dat het verschil in optredende sterkte slechts het gevolg is van het grootte verschil in absorptie tusschen het storingscentrum en de plaats van waarneming. Dat desondanks daags toch nog enkele (in Europa weinige) storingen voorkomen, verklaart de geleerde door de lange golfenlengte dier storingen, waarvoor de dagabsorptie gering wordt aangenomen, en door de kracht van de storingsbron.

Tegen deze hypothese verzet zich nu het feit, dat gedurende een groot gedeelte van het jaar op den dag in de tropen, speciaal in den middag, de luchtstoringen even hard, soms harder zijn, dan die des nachts, zonder dat een locale reden hiervoor is aan te wijzen. Dit verschijnsel treedt niet op als enkele uitzondering, doch als continu wederkeerend feit.

b. Men is allicht geneigd, dit verschijnsel uit te leggen als een *bevestiging*, eerder dan als een *wederlegging* van ECCLES' beschouwing. Ook ECCLES toch neemt Afrika als centrum aan van storingen, omdat het een uitgebreid tropisch vastland is, waar veelvuldig onweders voorkomen. Het is dus niet zoozeer Afrika, dan wel een tropisch land waaraan ECCLES denkt. Ergo kan Indië zelf zoo'n centrum zijn en in dit centrum treden daags even sterke storingen op als 's nachts.

Helaas is deze onderstelling dat *Indië zelf als centrum* zou zijn te beschouwen, al even gemakkelijk te verwerpen.

Het komt toch voor tusschen de drie op betrekkelijk korten afstand van elkaar gelegen stations, dat één der plaatsen enorm zware luchtstoringen heeft, of zelfs wegens plaatselijk onweder moet aarden, terwijl het andere station geen of nagenoeg geen storingen waarneemt. Juist hierdoor ontstaat de voor het verkeer zoo nadeelige eenzijdige betere verbinding.

Indien op deze betrekkelijk korte afstanden het ééne station het centrum is, of er zoo uiterst dichtbij ligt en het andere bemerkt hier zoo weinig van, hoe kan dan dit tropische centrum zich doen gevoelen tot in de gematigde streken?

Trouwens als tweede bewijs, dat Indië zelf de bakermat niet kan zijn, diene, dat in alle jaargetijden, doch speciaal in *die* waarin overdag de luchtstoringen niet sterk zijn, bij invallen van het donker, de sterke, over het geheele jaar weinig veranderende nachtluchtstoringen optreden, en van geheel andere type, zoodat dit bij de centrum-theorie er op zou wijzen, dat men zich niet zelf in dat centrum bevindt.

Waar Indië alzoo niet binnen en ook niet buiten dit centrum kan liggen, bestaat het centrum dus niet.

De theorie van ECCLES is dus daarmede naar ons inzicht afdoende als onsteekhoudend terzijde gesteld.

DIECKMANN heeft door interessante proeven trachten aan te toonen, dat de luchtstoringen het gevolg zouden kunnen zijn van storingen in het statische aard-electrische veld. Bekend is toch, dat de statische potentiaal van de lucht boven de aarde stijgt, naarmate men zich in hogere lagen boven de aarde begeeft. Boven vlak terrein heeft men een stijging van ca. 100 volt potentiaal-verschil per meter hoogte-verschil gemeten, een zeer belangrijke waarde dus, welke echter nog toeneemt boven bergtoppen en andere scherpe, naar boven stekende punten.

We moeten dus de aarde omspannen denken door electriche equipotentiaalvlakken, die boven vlakten en zeeën nagenoeg evenwijdig op gelijke afstanden loopen, bij uitstekende gearde verhevenheden elkaar meer naderen en de verhevenheid trachten te volgen, bij verdiepingen in het oppervlak, als dalen, enz., in afstand toenemen als gevolg van een neiging, om ook deze verdieping te volgen.

Een ontvang-antenne nu is een dergelijke geaarde uitstekende verhevenheid en vervormt dus dat statische aardelectrische veld. Hoe deze vervorming verliep, heeft DIECKMANN aan verkleinde modellen op even vernuftige als overtuigende wijze gemeten (referte aan zijn publicatie in Luftfahrt und Wissenschaft I, Teil 1912).

De loodrecht op deze equipotentiaalvlakken staande electriche krachtlijnen eindigen nu ook op de antenne en het spreekt vanzelf, dat verandering in het verloop der equipotentiaalvlakken door inductie electriciteitsbewegingen in de antenne moet veroorzaken, die, indien de bewegingen plotseling zijn, de antenne in eigen slingering kunnen aanstooten, waardoor de bewegingen als storend geruisch hoorbaar kunnen worden.

Voor het ontstaan dezer storing van het aardelectrische veld kan men zich zeer verschillende oorzaken denken. Een onweder b.v. moet zich over eenigen afstand op deze wijze merkbaar maken, zooals inderdaad geschiedt. Verder kan elk ionenbombardement merkbare verschijnselen veroorzaken. DIECKMANN gaat zelfs zoo ver, de werking van den zender op den ontvanger te verklaren door periodieke storing van het aard-electrische veld.

Zeker is, dat, indien de verklaring afdoende is, een geaarde beschermkooi om de antenne aangebracht, die het aardveld boven de antenne opheft, alle luchtstoringen van de antenne verwijderd moet houden.

DIECKMANN heeft dit geprobeerd en meent opheffing der luchtstoringen verkregen te hebben, mits het beschermnet door toevoeging van weerstand aperiodisch is gemaakt en de vorm zoo wordt gekozen, dat de aankomende ontvangteekens niet worden verzwakt.

Werd de voorzorg om weerstand toe te voegen niet genomen, dan werden de luchtstoringen, vermoedelijk door inductie van de trillende beschermkooi op de antenne, wederom hoorbaar.

Een dergelijke kooiwerking zoude op onze stations de groote antenne en toren ook op het kleine luchtstroomnet moeten uitoefenen. Al zijn die bij ontvangst, behalve de toren te Ambon, niet rechtstreeks geaard, voor statische velden heeft bijna elke isolatie voldoende aardafleiding. Van de beschermende werking is echter niets gebleken; (voor proeven met een proef-antenne met beschermkooi door den Sitoebondoleider, zie bijl. 2 van dit hoofdstuk).

#### **E. Invloed van meteorologische toestanden op de luchtstoringen.**

Ook na den arbeid van DIECKMANN bleef de lastige taak over, om, in plaats van de verworpen theorie van ECCLES, een betere te geven en het heeft aan pogingen der leiders in die richting niet ontbroken.

*Vochtigheid.* Zoo meemde de Koepangleider, dat een vast verband was aan te toonen tusschen vochtigheid en de sterkte der storingen; inderdaad is dit verband voor het Koepangstation tamelijk markant. Dat het hoogstens een *secundair verschijnsel* is, dat bij *aanwezigheid van de hoofdoorzaak* het ontstaan vergemakkelijkt en niet de *kern* zelf, bleek wel uit de observaties van den Ambon-leider, die tot de conclusie kwam, dat in den tijd, waarin het te Ambon zeer vochtig was (Juni, Juli, Augustus), ja stortregende, de luchtstoringen ten eenenmale ontbraken.

Inderdaad werd dan ook op de andere stations een vaste afhankelijkheid van de plaatselijke vochtigheid niet geconstateerd.

Een voorbeeld vormt b.v. fig. 8, waar voor begin September 1913 het gemiddeld dagverloop van temperatuur, luchtstoringen en vochtigheid is aangegeven.

*De vochtigheid is dus hoogstens van secundairen invloed, voor zooverre ze een gunstige bestaansvoorwaarde voor luchtstoringen* bleek te kunnen zijn.

*Temperatuur.* De temperatuur bleek eveneens van onnaspeurbaren invloed. Het feit n.l. (zie fig. 8) dat sterkere luchtstoringen een neiging vertoonen om meer in den middag dan in den morgen op te treden, is moeilijk op grond der temperatuur te verklaren, hoogstens zou men

kunnen wijzen op de omstandigheid, dat 's morgens de temperatuur stijgende is, 's middags dalend. Dan moest echter niet zeer veel verschil bestaan voor de diverse jaargetijden, daar die stijging, resp. daling, procentueel niet veel met het jaargetijde verandert. Waar echter juist met het oog op deze onsymetrie tusschen morgen en middag groote verschillen bestaan voor diverse jaargetijden, is ook deze invloed hoogstens *secundair*.

*Wind.* De wind is evenals de zonshoogte een factor die de tropen principieel onderscheidt van de meer gematigde gewesten en wel door de regelmatige perioden, waarin de wind uit een bepaalden hoek waait. Deze wind-jaargetijden noemt men, zooals bekend, West- en Oostmoesson.

Gedurende deze jaargetijden toch waait de wind gelijkmatig uit het *Westen* dan wel uit het *Zuid-Oosten*. Daartusschen vallen tijden van meteorologische ongedurigheid, zonder overheerschende windrichting, die men *kentering* noemt.

*Koepang* en *Sitoebondo* nu hebben scherp gemarkeerde moessons, *Ambon* heeft minder scherp omljnde wind-jaargetijden.

Een enkele blik op de wereldkaart doet zien, dat voor alle drie stations deze windrichting groote beteekenis heeft.

De Westewind komt namelijk over den grooten oceaan zonder eenig land te treffen, de Zuid-Oostenwind over het groote vasteland van Australië, d.w.z. de Westmoesson zal van water bezwangerd zijn, de Oostmoesson droog.

*In het algemeen* is dan ook de Westmoesson de natte moesson of regentijd, de Oostmoesson de droge tijd. *Ambon* maakt een markante uitzondering op dezen regel.

Reeds boven is gedemonstreerd, dat dit verschil in vochtigheid echter niet van *primairen* invloed is op de aanwezigheid van luchtstoringen.

*Ambon* toch met zijn slecht gedefinieerde moesson's heeft in den Westmoesson volstrekt niet den grootsten regenval, doch eerder in den Oostmoesson.

Een enkele blik echter op de fig. 9 welke het gemiddelde dagverloop der luchtstoringen op de verschillende stations voor de diverse maanden weergeeft, toont aan, dat de windrichting zelf wel degelijk van grooten invloed is geweest.

Voor alle stations toch duurt, wat de *luchtstoringen* betreft, de *goede* tijd precies zoo lang als de *Oostmoesson*, de kenteringen zijn al behebt met meer storingen, de Westmoessons zijn de slechte tijden, vooral het begin en einde.

De *moessons* zijn dus, geheel afgezien van den neerslag dien ze plaatselijk veroorzaken, van kenmerkenden invloed op het verloop der luchtstoringen.

Het feit dat de lucht, alvorens over de stations heen te strijken, over Australië dan wel over den grooten Oceaan is getrokken, is dus blijkbaar van grooten invloed. Gebleken is, dat het *niet* de *vochtigheid* is, die den invloed heeft, het zal derhalve vermoedelijk de elektrische toestand der door den wind medegevoerde deeltjes zijn. Inderdaad verklaarde de Directeur van het meteorologisch observatorium, dat de Westmoesson door condensatie in het algemeen sterk electrisch geladen is.

Kenmerkend is hierbij, dat *Koepang*, dat zoo dicht bij Australië is gelegen, in den *goeden* tijd, wanneer de wind over Australië waait, ook het *minst* *geteisterd* wordt door luchtstoringen. Verre dus ervan dat Australië een bron zoude zijn van veel storingen, blijkt de over Australië waaierende wind zuiverend te werken.

De *Sitoebondo*-leider heeft op grond van dezen jaarlijkschen gang der luchtstoringen in verband met de moessons en zonshoogte een hypothese opgeworpen over het mogelijk ontstaan dier luchtstoringen, welke als bijlage 2 hieraan is toegevoegd.

Echter toont de fig. 9, dat de hevigheid der luchtstoringen, behalve dat zij afhankelijk is van het jaargetijde, ook een functie is van het uur van den dag. Op alle figuren toch is, afhankelijk van

het jaargetijde, waarop ze betrekking hebben, meer of minder duidelijk zichtbaar, (fig. 9, Oct. is een zeer typeerend geval) dat de luchtstoringen bij het aanbreken van den dag beginnen met in hevigheid te verminderen. Een kort tijdstip van *absolute* stilte, vlak na zonsopgang, zooals door auteurs in de gematigde streken veelvuldig heet te zijn waargenomen, is hier nooit geconstateerd, hoewel er speciaal op werd gelet. Wel trad ca. 1 à 1½ uur na zonsopgang regelmatig een tijdelijke vermindering der luchtstoringen in, waarna deze weer stegen, om iets voor den middag wederom een minimum te worden. Daarna stijgen de luchtstoringen vooral in het slechte jaargetijde belangrijk, om na een enkele inzinking (ca. 1 à 1½ uur voor zonsondergang) aan te groeien tot de nachtluchtstoringen.

Het algemeen dagverloop wijst dus op een afnemen der luchtstoringen, met toenemende zonshoogte en extra afnemings der luchtstoringen ca. 1 à 1½ uur na zonsopgang en voor zonsondergang.

In den goeden tijd zijn daarbij morgen en middag vrijwel gelijkwaardig, in den slechten tijd wordt de middag ten opzichte van den morgen belangrijk slechter.

Duidelijk is uit fig. 9 te zien, dat de luchtstoringen geenszins volgens regelmatige dagwetten en met regelmatige sterkten optreden; boven en onder de daar opgeteekende dikke lijnen, welke over een maand gemiddelden geven, zijn de, gedurende die maand op de bedoelde daguren opgetreden laagste en hoogste waarden door streeplijnen aangegeven, en wel duidelijkheidshalve alleen voor Sitoebondo, zoodat de waarden over de dagen van die maand en voor dat station binnen den gearceerden band liggen, door deze beide streeplijnen aangegeven. Het daartusschen getrokken gemiddelde uit de diverse, gedurende de maand voorkomende uurwaarden, geeft dus een *gemiddeld* beeld op arbitraire schaal en toont meer aan, of men zich op het bepaalde uur van den dag gedurende de beschouwde maand gewoonlijk dichter bij de maximum- dan wel bij de minimum-waarde bevond.

De speling in de sterkte der op een bepaald uur gedurende een bepaalde maand te verwachten luchtstoringen is dus nog al groot, de wetten, volgens welke deze luchtstoringen optreden, zijn derhalve veel minder vast, en dus moeilijker te doorgronden dan die der absorptie. Het is duidelijk, dat *niet*, zooals bij de absorptie, de zonshoogte hier de éenige groote factor is; hier is òf de *hoofdfactor grilliger*, òf de *bijfactoren* zijn van *meer invloed*.

Om nu de neiging tot het optreden van sterkere luchtstoringen in den middag t. o. v. den morgen te verklaren, welk verschijnsel vooral in den slechten tijd markant is, zijn verschillende hypothesen mogelijk:

1°. waar de moesson ervan verdacht wordt, als drager van de storende elektrische werking op te treden, is natuurlijk de sterkte of de elektrische lading van den wind een factor. Inderdaad bleek in den slechten moesson, ten minste op de stations Sitoebondo en Ambon, de wind gewoonlijk 's middags krachtiger te zijn dan 's morgens (te Koepang werd de windsterkte niet regelmatig geobserveerd). Ook bleek, dat indien krachtige wind zich aan sterke bewolking paarde, de sterkte der luchtstoringen abnormaal hoog boven het gemiddelde lag en werd in den slechten tijd 's middags de statische lading van toren en antenne dikwijls zoo hoog, dat krachtige vonken van eenige c.M. lengte overgingen.

2°. kan het feit, dat 's morgens de temperatuur stijgt en 's middags daalt, hiervan de oorzaak zijn, hoewel de wijze waarop deze invloed zou moeten werken, eenigszins problematisch schijnt.

3°. kan indirect de zon invloed op dit verloop hebben. Het is nl. opmerkelijk, dat gedurende den slechten moesson de zon een groote hoogte bereikt. Als bevestiging van deze veronderstelling zoude men verwachten, dat, waar elk der stations tweemaal per jaar de zon in het zenith heeft, twee slechte tijden zouden moeten optreden, die door korte, betere, periodes zijn gescheiden; deze betere tusschentijd zoude voor Koepang moeten zijn ca. 4 maanden, voor Sitoebondo 4½ maand en voor Ambon 5¼ maand (zie fig. 10).

Eenige *aanwijzing* in deze richting is wel aanwezig:

Te *Koepang* wordt de maand Januari, wat luchtstoringen betreft, plotseling iets beter tusschen twee *slechte* periodes in, waarvan de middens echter *drie* maanden in plaats van 4 maanden uit elkaar liggen. Koepang heeft twee slechte periodes per jaar.

Te *Sitoebondo* zijn de maanden *Januari* en gedeeltelijk *Februari* iets beter tusschen twee slechte periodes in, waarvan de middens echter 4 maanden inplaats van  $4\frac{1}{2}$  maand uit elkaar liggen. Sitoebondo heeft drie, — waarvan twee geprononceerd, — slechte periodes per jaar.

Te *Ambon* zijn de maanden *Januari* en *Februari* tamelijk veel beter tusschen twee periodes in, waarvan de middens echter kleine  $4\frac{1}{4}$  maand inplaats van  $5\frac{1}{4}$  maand uit elkaar liggen (Ambon heeft vier slechte periodes per jaar) en de maximum-storingen treden inderdaad op in de buurt van die tijdstippen, waarin de zon door het zenith der stations gaat; echter is deze aanwijzing niet geheel afdoende daar de storingsmaxima veel nauwkeuriger samenvallen met het begin en het einde van den Westmoesson.

Het vrijwel gelijktijdig optreden van deze criteria maakt het onmogelijk, na te gaan of hier de moessons, dan wel direct de zon invloed heeft; de theorie van den Sitoebondo-leider neemt tot verklaring aller verschijnselen samenwerking van beide aan. Directe invloed van de zon is derhalve niet *onmogelijk*, hoewel de *samenhang* met de moessons markanter is.

Een aanwijzing hiervoor ligt ook in het feit, dat tusschen de verschillende jaren verschillen zijn geconstateerd, die met het later of vroeger doorkomen van de moessons samenhangen.

4e. Het dagelijksch verloop blijkt analoog te zijn met den dagelijkschen en jaarlijkschen gang van het aardmagnetisme.

Fig. 11, ontleend aan de „Wireless World” van Augustus 1914, Vol II No. 17, blz. 287, geeft het dagelijksch verloop voor het Noordelijk halfrond in gematigde streken voor de maanden Juni—Maart, September en December aan (streep-lijn).

Veilig mag worden aangenomen, dat voor het Zuidelijk halfrond het algemeen verloop in de maanden Juni en December omwisselt met dat op het Noordelijk halfrond.

Vergelijkt men nu dit verloop met den dagelijkschen gang der luchtstoringen te Sitoebondo en Koepang, die in getrokken resp. gestippelde lijn zijn aangegeven, dan is een typische overeenkomst te zien. Vooral de onsymetrie van den middag t.o.v. den morgen, (bij één der lijnen (lente) is zelfs de markante inzinking vlak voor zonsondergang te zien) is frappant aanwezig. Verder komt het in 't oog loopend verschil tusschen December en Juni, wat de verhouding van morgen tot middag betreft, duidelijk overeen met hetgeen hier voor den gang der luchtstoringen is geconstateerd. Waar elektrische en magnetische verschijnselen plegen samen te gaan, is het volstrekt niet buitengesloten, dat dezelfde oorzaak, die deze dagelijksche en jaarlijksche variatie in het aardmagnetisme teweeg brengt, ook de luchtstoringen beïnvloedt, d.w.z. indirect weder de zon. De krommen zijn natuurlijk niet direct vergelijkbaar, daar die voor het aardmagnetisme zijn opgemaakt voor het observatorium van Greenwich, d. i. in de gematigde streken en voor het Noordelijk halfrond, terwijl de luchtstoringen voor het Zuidelijk halfrond in de tropen zijn opgenomen. Behalve dat daardoor de uren niet direct vergelijkbaar zijn (zie voor winter en zomer b.v. de punten van zons-opkomst en -ondergang) waardoor de schaal van de zomer-Greenwich-lijn ingekrompen, die van de winter-Greenwichlijn uitgerekt zoude moeten worden om directe vergelijking toe te laten, zal men mogen verwachten, dat de verschillen in de tropen markanter zijn tusschen zomer en winter, hetgeen met de luchtstoringen t.o.v. het aardmagnetisme dan ook het geval blijkt; de verschuiving in tijd tusschen de toppen der S lijnen voor de luchtstoringen t.o.v. de lijnen voor het aardmagnetisme, doet voor het algemeen betoog niet ter zake, daar de onderlinge afhankelijkheid zeer goed kan bestaan zonder dat de verschijnselen in tijd samenvallen.

Het laat zich aanzien, dat een vermeerdering der onderzoekingen in deze richting een

bevredigende oplossing zou kunnen brengen. Het is nl. opmerkelijk, dat de tropen de streken zijn, waar èn de electriche luchtstoringen èn de magnetische stormen het heftigst zijn.

*Als conclusie mag derhalve wel worden naar voren gebracht, dat, hoewel een vaste theorie voor de oorzaak van het ontstaan van de dag- en jaar-variatie van de luchtstoringen 3e categorie niet kan worden ontwikkeld, op grond van de verzamelde gegevens, onomstootelijk vast staat:*

1e. Dat het optreden der storingen direct verband houdt met de heerschende moessons. De Oostmoesson is het tijdperk voor minimum storingen. Het begin en einde van den Westmoesson is de tijd van maximum-storingen met een betrekkelijk beter tijdperk er tusschen. Het al of niet plaatselijk met regen gepaard gaan dezer moessons houdt hiermede *geen* verband. Voor rechtstreekschen invloed van de zon was weliswaar eenige aanwijzing, doch de indirecte zonnwerking door middel van de daarmede samenhangende moessons bleek veel waarschijnlijker.

2e. Dat het dagelijksch verloop bleek van vele oorzaken afhankelijk te kunnen zijn. Het meest waarschijnlijk wordt geacht, dat het dagelijksch verloop van verandering in het aardmagnetisme hand in hand gaat met het verloop der luchtstoringen, hoewel *windsterkte, temperatuur* en *direct de zon* mede factoren kunnen zijn, die aan het verschijnsel debet zijn. De bron van de storingen moet vermoedelijk worden gezocht in de hogere lagen of buiten de aarde; de gedachte aan een bron in de lagere lagen in de tropische gebieden moet verlaten worden. Het bleek, dat de invloed van plaatselijk zeer krachtige ontladingen en onweders in de tropen, reeds op enkele honderden kilometers afstand onmerkbaar was, zoodat voor een doordringen van dezen invloed van uit de tropische gebieden tot in de gematigde streken, in de tropen onweders zouden moeten voorkomen van een krachtwerking, welke daar niet wordt ontwikkeld. De Sitoebondoleider oppert het vermoeden dat de luchtstoringen 3e categorie ontstaan door plotselinge veranderingen van het statisch aardelectrisch veld en dat beïnvloeding daardoor op de antenne plaats vindt.

Deze plotselinge verandering wordt vermoedelijk statisch geïnduceerd door plotselinge ladingsverandering in de geleidende luchtlag, die ook op grond van andere waarnemingen op ca. 180 KM. hoogte wordt aangenomen.

De *sterkte* der geïnduceerde *storing* is *afhankelijk* van

1e. de dielectrische-constante der tusschenliggende lagen en het geleidingsvermogen daarvan (ook op grond van andere observaties dient aangenomen te worden dat de al- of niet-bestraling door de zon hierop een groot effect heeft waardoor het verschil tusschen dag- en nacht-luchtstoringen is verklaard);

2e. de lading der onderste lagen (deze is rechtstreeks afhankelijk van den moesson).

De plotselinge ladingsverandering der bovenste lagen geschiedt op onbekende wijze van uit het heelal. Ook voor de veranderingen van het aardmagnetisme is men op deze hypothese aangewezen.

Afgezien van deze voortdurende ladingsverandering, welke onafhankelijk van de zoonwezigheid moet optreden, verandert de electriche toestand van het bovenvlak ten gevolge van beschijning door de zon met een dergelijke regelmaat als waarmee eb en vloed onder invloed van de maan ontstaan. Door deze verandering, die ook ter verklaring van het ontstaan van den dagelijkschen en jaarlijkschen gang van het aardmagnetisme noodzakelijk is, ontstaat de karakteristieke dagelijksche gang der luchtstoringen, welks algemeen verloop systematisch verandert met de zonsdeclinatie in verband met de breedte van de plaats van observatie. De absolute sterkte der storingen is eensdeels afhankelijk van de sterkte der storende invloeden op het bovenvlak, die tamelijk onveranderlijk blijken (zie de regelmatigheid der nachtstoringen), en van de lading der benedenste lagen.

Zelfs al moge deze hypothese niet de juiste verklaring vormen (feiten die haar weerleggen zijn ons echter niet bekend), dan nog zullen de verzamelde gegevens waardevol materiaal leveren voor andere onderzoekers, speciaal meteorologen.

**F. Gegevens betreffende de sterkte van het geluid, noodig, om door de diverse luchtstoring-categorieën heen te werken.**

In de slechte tijden kwam het veelvuldig voor, dat met seintekens van de sterkte der vergelijkingsgeluidsterkte van 100 parallel-Ohm, niet op bevredigende wijze door de optredende luchtstoringen kon worden heengewerkt, zoodat voor goede correspondentie krachtiger geluid werd vereischt; onder deze omstandigheden lag het natuurlijk binnen het arbeidsveld der leiders om na te gaan, welk geluid noodig zoude zijn, om met succes de correspondentie af te wikkelen, indien luchtstoringen van de verschillende categorieën 1 t/m. 5 optraden.

De gegevens der dagstaten leverden hiertoe materiaal; daar toch waren *gemeten geluid* en *geschatte luchtstoring-categorie* voor elke proefperiode aangegeven, benevens het aantal woorden in die periode overgebracht.

Hoewel dit aantal woorden geenszins mag worden verwisseld met werkelijke telegramtekstwoorden, daar veel proefschrift en nota's naast de telegrammen werden overgebracht, welke beide eerste belangrijk sneller bleken te kunnen worden afgewerkt dan de telegrammen, zoo kan men hiervoor elke correctie aanbrengen, die wenschelijk of redelijk wordt geacht, afhankelijk van de hoedanigheid van het bedienend personeel. Voor *onderlinge vergelijking* der resultaten zijn de gegevens echter voldoende.

De resultaten werden in verschillende klassen ingedeeld naar het gehaalde aantal proefwoorden. Deze categorieën waren:

<i>Uitstekend:</i>	indien 600—750	proefwoorden /50 min.	werden	verwerkt.
<i>Zeer goed:</i>	" 500—600	"	"	"
<i>Goed:</i>	" 400—500	"	"	"
<i>Matig:</i>	" 200—400	"	"	"
<i>Slecht:</i>	" 0—200	"	"	"

Deze resultaten werden vereenigd in krommen-bundels (fig. 12) waarbij tusschen de diverse grenslijnen zooveel mogelijk alle punten van dezelfde klasse zijn vereenigd afhankelijk van het gemeten geluid in parallel OHMS eenerzijds en de luchtstoringen anderzijds (zie de beide coördinaat-assen). Natuurlijk waren de grensafscheidingen niet altijd even scherp, doch het bleek toch voldoende mogelijk, vrij betrouwbare grenslijnen aan te geven.

Duidelijk is eenerzijds te zien hoeveel groter de geluidsterkte moet zijn bij de diverse luchtstoring-categorieën, naarmate men een hooger grad van volmaaktheid der correspondentie als eisch stelt. Ook ziet men, dat de qualificatie „uitstekend” slechts kan worden gehaald, totdat de luchtstoringen de sterkte  $3\frac{1}{2}$  hebben bereikt. Het navragen veroorzaakt daarboven ook bij het krachtigste geluid zooveel tijdverlies, dat men in de minder uitstekende categorieën geraakt. Hoeveel energie men zal noodig hebben bij een bepaalde luchtstoringen-categorie, is dus slechts afhankelijk van den grad van volkomenheid der verbinding, dien men als eisch stelt.

Als controle op deze uit de dagstaten verzamelde gegevens, werd na bijna het volle proefjaar aan de diverse telegrafisten, die zelf altijd de geluidsterkten maten en de luchtstoringen schatten, gevraagd, welke waarden uitgedrukt in de benoodigde aantallen p. o. zij zouden wenschen bij de verschillende luchtstoringen-categorieën, om er vlot doorheen te kunnen werken.

De vrijwel gelijkvormig door hen opgegeven waarden zijn in fig. 12 als —.— lijn ingetekend, waaruit blijkt, dat deze binnen de categorie *zeer goed* vallen met een neiging, om bij veel luchtstoringen minder hooge eischen aan het aantal over te brengen woorden te stellen. Dit is ook logisch. Bij zeer sterke luchtstoringen zal geen telegrafist een aantal woorden halen, gelijk aan dat bij zwakke steringen; eenig navragen blijft dan ook bij sterk geluid noodzakelijk.



De woordentallen waarmede in de practijk derhalve genoeg kan worden genomen, vereischen een geluidsterkte van:

voor Ls 1 . . . . .	100 p.o.	, de in de nota van proefnemingen bedoelde vergelijkingsgeluidsterkte.
„ „ 2 . . . . .	50 „	
„ „ 3 . . . . .	15 „	
„ „ 4 . . . . .	5 „	
„ „ 4.5 minder dan	2 „	
„ „ 5 geen corresp.	mogelijk.	

Uit fig. 13 blijkt echter dat Ls 4.5 en 5 overdag zelden optreden, zoodat het niet noodzakelijk is en ook niet oeconomisch, bij het ontwerpen van een station, daarmede rekening te houden; deze enkele uren 's jaars moeten als voor de correspondentie verloren worden beschouwd.

Deze gegevens toonen overtuigend aan, hoeveel sterker het ontvangen geluid in de tropen moet zijn, vergeleken met dat in gematigde streken, om behoort aan de luchtstoringen het hoofd te bieden. Mag een geluid in de gematigde streken van 50 p.o. ruim voldoende worden geacht, omdat daar de zwaarste categorie dagluchtstoringen de kwalificatie 2 niet veel te boven zal gaan, in de tropen waar de categorie 4 daags veelvuldig, de categorie 4.5 zelfs enkele malen voorkomt, is een geluid van 5 p.o. op die oogenblikken een minimumvereichte; dit beteekent minstens ca. 6.5 maal sterkere stations in de tropen dan in gematigde streken.

Als illustratie van het jaarverloop der luchtstoringen is fig. 14 bijgevoegd; grafisch is hier het verloop voorgesteld voor de verschillende daguren op het station te Koepang waar de verschillen zooals boven gezegd het markantst waren.

#### G. Middelen tot het onschadelijk maken der luchtstoringen.

Als resultaat van eenige proeven met middelen om luchtstoringen onschadelijk te maken, door den leider te Sitoebondo genomen, is het volgende te vermelden:

1e. Door aan carborundum-detectors een negatieve hulpspanning aan te leggen (zie Hoofdstuk V, bijlage 3 blz. 156) konden sterkere geluiden, dan de te ontvangen geluiden, worden opgeheven, terwijl zwakkere geluiden, ook de op te nemen teekens zelve, hoewel iets verzwakt, bleven. Hoewel dit middel voornamelijk van nut is tot het wegwerken van een overweldigend krachtig geluid van *constante sterkte* — zooals bijv. van storende stations — kunnen ook de sterkste groepen der luchtstoringen er mede onschadelijk worden gemaakt. Natuurlijk blijven daarbij zwakkere luchtstoringen, van een sterkte in de buurt der seintekens, bestaan, doch de muzikale toon der teekens waarborgt, dat men hier doorheen komt.

De seintekens verzwakken zooals gezegd, zelf ook; dit principe is derhalve wellicht voor verdere toepassing vatbaar gedurende den avond, wanneer het seingeluid gewoonlijk krachtig is.

2e. Beproefd werd een compensatiemethode tegen luchtstoringen, die vooralsnog niet nader kan worden behandeld. Ofschoon toch voorloopig zeer bemoedigende resultaten werden verkregen, die kans geven op algeheele wegwerking der luchtstoringen bij gering geluidverlies, kon de methode niet geheel worden uitgewerkt, omdat daartoe een speciale ontvangantenne noodig is, die gedurende het proefjaar niet mocht worden aangebracht. Het verdient aanbeveling, deze proeven voort te zetten, daar die van vitaal belang zijn voor de draadloze telegrafie in de tropen.

3e. Na het proefjaar werd onder welwillende medewerking van het Departement van Marine een proef gedaan met een Dieckmansche aperiodische antenne-beschermkooi waarvan het resultaat in bijlage 2 van dit hoofdstuk is vermeld.

Ten slotte wordt de aandacht gevestigd op de Marconi-detector-tegenschakeling, die de luchtstoringen voldoende onschadelijk heet te maken, doch niet werd beproefd en ook op den

wasrolontvanger van MARCONI, die, indien betrouwbaar werkend op de wijze als door den fabrikant beweerd, algeheele onafhankelijkheid van luchtstoringen en sneltelegrafie mogelijk zoude maken.

Hoewel dergelijke nieuwe vindingen met critisch oog moeten worden beschouwd, zoude het met 't oog op het groote belang, dat hier op het spel staat, aanbeveling verdienen van het aanstaand Europeesch verlof van den Sitoebondoleider gebruik te maken, om deze inrichting in werking te doen bestudeeren en de practische werking bij transatlantisch verkeer nauwkeurig te doen observeeren. Het zal dan mogelijk zijn, aan te geven, of in de tropen van deze toepassing eenig heil mag worden verwacht. In het bevestigende geval zijn proeven zeer aan te bevelen daar alsdan met zwakke stations sneltelegrafie op alle daguren mogelijk zal zijn, waardoor de draadlooze telegrafie een belangrijk verkeersmiddel kan worden.

---

## Hoofdstuk III.

Onderzoek naar de bronnen van bedrijfsstoringen als gevolg van defecten, enz. aan de diverse op de stations geïnstalleerde machines, apparaten, buitenwerk, enz.

---

### KORTE INHOUD.

A. <i>Machines, dynamo's, kabels, schakelbord</i> . . . . .	Blz. 45 t/m. 48.
B. <i>Zend-apparaten, enz.</i> . . . . .	„ 48 „ 51.
C. <i>Ontvanger. Detectoren</i> . . . . .	„ 51 „ 52.
D. <i>Buitenwerk</i> . . . . .	„ 52.

BIJLAGEN: *geene.*

---

## Hoofdstuk III.

### Onderzoek naar de bronnen van bedrijfsstoringen als gevolg van defecten, enz. aan de diverse op de stations geïnstalleerde machines, apparaten, buitenwerk, enz.

#### A. Machines, dynamo's, kabels, schakelbord.

De op aanwijzingen van de leverancierster gemaakte koelwaterbak is op geen der stations berekend op zelfkoeling van het daarin teruggepompte, gebruikte koelwater (terugkoeling) bij continu bedrijf. Koelwaterinrichting.

Op de stations werd tot beoordeeling daarvan een proef genomen, met het resultaat, dat alleen op het Sitoebondo-station, waar het reservoir grooter inhoud en afkoelend oppervlak bij geringere diepte heeft, gedurende een volle proefweek op den bak kon worden doorgedraaid. Hierbij had echter gedurende de nachturen de bak gelegenheid af te koelen, hetgeen niet verhinderde, dat aan het einde van de proefweek de temperatuur van den bak tamelijk gelijkmatig over den geheelen inhoud even hoog was en dat daardoor de temperatuur van het koelwater op de hoogste grens kwam, waarbij het water nog bruikbaar was.

Al werd hier dus gedurende de heele proefperiode met dezelfde waterhoeveelheid gewerkt, waarvan in die week ca. 5% was verdampt, met zekerheid kon worden vastgesteld, dat voor *continubedrijf* ook de koelbak te Sitoebondo — de meest gunstig gedimensioneerde der drie — te klein was om zonder waterverschering door te werken.

Geregeld moet dus nieuw koud water in den bak worden toegelaten, om het oude, warme, dat gedeeltelijk wegvloeit, te vervangen.

Dit is op zich zelf geen bezwaar, daar op alle drie stations het water in voldoende hoeveelheid aanwezig is; echter verhindert het praktisch het vrijmaken langs chemischen weg van ketelsteen en anderen schadelijken neerslag in het koelwater en dus ook in motor en toevoerleidingen, aangezien door het steeds ververschen en niet weer gebruiken van het water de hoeveelheid te gebruiken chemicaliën en dus de onkosten te groot worden.

Van deze omstandigheid werd te Sitoebondo en Ambon weinig werkelijke hinder ondervonden, omdat het water daar geen harde samenhangende precipitaten in motor en toeleidingen naliet, doch het precipitaat vlokkig, hoogstens zanderig was, zoodat met regelmatig doorspoelen en afspuien de inrichting praktisch vrij van ketelsteen bleef.

Te Koepang echter was het bezwaar ernstiger aangezien het daar aanwezige water zwaar kalkhoudend was.

De te Koepang door Telefunken gebouwde koelinrichting voor den motor voldoet niet aan de daaraan te stellen eischen en heeft in geringe mate de bedrijfszekerheid der geheele stationsinrichting benadeeld. Machine-  
koelinrichting.

Voor het koelwater wordt gebruikt het water, afkomstig van een zich in de nabijheid bevindende bron. Het wordt door een open natuurlijke goot naar het koelwaterhuisje geleid, waar zich een in den grond gemetseld reservoir bevindt met een inhoud van ca.  $7.5 \text{ M}^3$ . en een afkoelend oppervlakte van  $2.3 \text{ M}^2$ . Het koelwater stroomt door een opening in den muur in het reservoir binnen, terwijl zich op dezelfde hoogte een gat in den muur bevindt, waarlangs de afvoer plaats heeft.

Door middel van een door de machine gedreven pomp wordt het water uit het reservoir naar een hooger liggende tank gepompt, vanwaar het door den mantel circuleert om daarna weer in het reservoir terug te stroomen.

Daar dit warme water aan de oppervlakte blijft, terwijl het koudere binnenstroomende water zal zinken, heeft men ongetwijfeld het voordeel, in het reservoir voortdurend over water met een betrekkelijk lage aanvangstemperatuur te kunnen beschikken, hetgeen de afkoeling in hooge mate bevordert.

Het nadeel van deze werkwijze is echter het volgende. Het water is zooals gezegd zeer kalkhoudend hetgeen op den duur de afzetting van soms zeer harde precipitaten ten gevolge heeft, voornamelijk op plaatsen waar de hoogste temperaturen voorkomen. Dit zijn de kop en de bovenkant van den cylinder (de invloei is aan den onderkant).

Het gevolg van deze afzetting is, dat de pomp door nauwere kanalen moet pompen, dus grooteren weerstand moet overwinnen en minder water zal geven, terwijl, daar de bedoelde afzettingen slechte warmtegeleiders zijn, de overdraging van warmte op het koelwater minder goed zal plaats hebben. Beide dus oorzaken, die de koeling minder actief doen zijn.

Om deze vaste precipitaten te verwijderen, was het eenige malen noodig, den cylinderkop af te nemen, terwijl de cylinderbuis eenmaal uitgenomen heeft moeten worden.

Bij de aanwezigheid van slechts één aggregaat werd hierdoor de bedrijfszekerheid eenigermate geschaad.

Door het aanwezig zijn van goede werktuigen en het behoorlijk voorbereiden der werkzaamheden konden deze echter worden uitgevoerd, zonder veel schade aan de bedrijfszekerheid toe te brengen.

Op een Zaterdagmiddag na afloop van de correspondentie aangevangen, waren zoowel het schoonmaken van den kop, als van de cylinderbuis den volgenden Zondagmiddag afgelopen. In tijden van spanning zou echter een dergelijke stoornis ernstig kunnen zijn.

Men kan deze afzettingen voorkomen, door zooals reeds gezegd, met een vaste hoeveelheid water te koelen en deze chemisch te reinigen.

Een proef werd genomen, waarbij gekoeld werd met de hoeveelheid water uit het gemetselde reservoir plus de hoeveelheid in de kleine tank d. i. totaal  $\pm 8.5 \text{ M}^3$ . Het resultaat was, dat dit koelen bij den bestaanden bouw niet mogelijk bleek, daar de temperatuur van het koelwater te hoog werd. Zeer waarschijnlijk zou een tank van  $\pm 25 \text{ M}^3$ . noodig zijn om op deze wijze af te koelen. Eenigen tijd geleden werd een hoeveelheid koelwater naar het hoofdbureau van den technischen dienst van den Post- en Telegraafdienst opgezonden, ten einde het chemisch te doen onderzoeken. Bij den uitslag van dit onderzoek zijn tevens de middelen aangegeven om het chemisch te reinigen.

#### Koelwaterpomp.

Deze was van een inferieure kwaliteit, en was op alle stations betrekkelijk gauw versleten. Zij is vervangen te Sitoebondo door een goedkoope in den handel steeds verkrijgbare vleugelpomp met krukbeving en drijfstaang; te Koepang, door een roteerende pomp, welke goed voldoet; te Ambon, waar de waterleiding voldoende druk had, werd verder geen pomp gebruikt.

Ten einde de bedrijfszekerheid niet te schaden, was een handkoelpomp op de stations aangebracht, die bij defect van de groote koelwaterpomp werd gebruikt.

Deze heeft voldaan aan de hooge eischen, die er gedurende het proefjaar aan zijn gesteld. Bedrijfsstoringen zijn op alle drie stations een enkele maal voorgekomen in den vorm van een warmlopen aan de kruk.

**Machine.**

Dit was, ondanks het strenge toezicht, het gevolg van onvoldoende attentie van de in den aanvang niet getrainde inlandsche machinedrijvers. Nadat deze eenigen tijd hadden meegeloopen, kon hun het toezicht, met den Radiotechnischen ambtenaar als ruggesteun, worden toevertrouwd.

In den loop van het jaar zijn de regulatorveeren een weinig gespannen moeten worden. Hoewel van de machine kan worden verklaard, dat de bedrijfszekerheid goed is, blijven wegens het afwezig zijn van een reserve-aggregaat stoornissen in het bedrijf niet uit. De machine heeft bij druk bedrijf een wekelijksch onderhoud nodig, dat bestaat in het uitnemen en schoonmaken van zuigers, kleppen en ontstekingsapparaat, waarmede ca. 3 uur heengaat. Verder zal van tijd tot tijd de hoofdas gelicht moeten worden, ten einde de hoofdasmetalen na te zien.

Hoewel van dit onderzoek de duur niet met zekerheid is op te geven, zal het vermoedelijk wel een dag ophouden. Verder verhoogt het gebruik van goede benzine en smeerolie, zooals die op de stations aanwezig zijn, de bedrijfszekerheid.

Over het algemeen kan gezegd worden, dat de bedrijfszekerheid, wat de machine betreft, goed was; echter moet wederom worden geconstateerd, dat door het afwezig zijn van een reserve-aggregaat de bedrijfszekerheid niet te allen tijd is gewaarborgd.

Van dit onderdeel der machine, dat in hooge mate de bedrijfszekerheid van het geheel kan beïnvloeden, kan gezegd worden, dat het voldoende is. **Magneetontsteking.**

In den natten tijd functioneert de ontsteking bij het aanzetten soms minder goed, waarschijnlijk ten gevolge van vocht, dat de isolatie minder effectief maakt. Van veel beteekenis is dit echter niet. Eenige minuten na het openen van de luchtklep is de machine aan den gang.

Deze werkt goed. De luchtpomp is van minder goede constructie. In de eerste plaats is de krukstang van gietijzer zoodat daar staal- en gietijzer op elkaar loopen. In de tweede plaats dringt door de opstelling van den compressor, n.l. verticaal met krukas boven, de afgewerkte smeerolie die boven in gedruppeld wordt, langs kruk, drijfslag en zuiger in den cylinder en vervuilt de onderliggende persvoetklep. Door de combinatie dezer gebreken is de smering lastig. Smeert men rijkelijk dan vervuilt de voetklep, en perst men veel olie in het aanzet-reservoir hetgeen behalve verontreinigingen brand (explosie) gevaar oplevert; smeert men te weinig, dan vreet de gietijzeren krukstang op de stalen kruk vast. Dit laatste is o. a. te Sitoebondo geschied. De luchtketel is in goeden staat en geeft geen aanleiding tot bijzondere opmerkingen, heeft geen bedrijfsstoornissen veroorzaakt maar verteert onnoodig energie door ongelijkheid in riemspanning. **Aanzetinrichting.**

Deze houden het geruimen tijd uit. Het gebruik van Harris-riemverbinders verhoogt zeer de bedrijfszekerheid. Het naaien der riemen, dat geruimen tijd ophoudt, vervalt hierdoor. Het aanwezig zijn van reserveriemen met riemverbinders kan deze stoornissen nog verminderen. Bij tijdige vervanging kan dit soort bedrijfsstoring tot een minimum worden teruggebracht. **Transmissie riemen.**

In het proefjaar is slechts ééns voorgekomen dat een riem brak.

Heeft geen stoornissen veroorzaakt.

**Wisselstroom-  
dynamo.**

Idem. Indien bij beide dynamo's de lagers op geregelde tijden worden schoongemaakt en van nieuwe olie voorzien, is de goede smering verzekerd. **Gelijkstroomdynamo.**

**Kabels.** Ook deze hebben geen stoornissen veroorzaakt. Het verdient echter aanbeveling deze niet meer in een goot in de gedeeltelijk open voorgalerij van het station te leggen, waar de regen gemakkelijk in kan komen, dit ter vermindering van kortsluitingen en verroesten der staal-armeering.

**Apparaten Schakelhord.** De volt- en ampère-meter (A. E. G. fabricaat) zijn van inferieure kwaliteit. De ampère-meter had op alle stations neiging tot laag wijzen (tot 50 % is geconstateerd) door onbetrouwbare aansluiting op de shunt. Te Ambon heeft de voltmeter het afgelegd.

**Hoofdkabel in de seinkamer.** Deze wordt alleen door het relais onderbroken. Wordt het anker van het relais, terwijl men op ontvangst staat, aangetrokken, hetzij door aardcontact, zooals dat een enkele maal voorkwam, of door onvoorzichtigheid tegen de contactstukken aangedrukt, dan krijgt men de volle energie in den luchtdraad en is de detector ontsteld. Ten einde dit te voorkomen, ware de wisselstroom extra te onderbreken door een zwaren blokkeerschakelaar.

**Het relais.** De contacten branden vrij gauw weg en moeten vaak worden vervangen. Dank zij een reserve-relais kwamen ernstige bedrijfsstoringen niet voor.

**Koelventilator.** Van het anker van dezen ventilator brandden destijds te Koepang eenige wikkelingen door, zoodat het geheel moest worden overgewikkeld. Gedurende dien tijd werd de ventilator mechanisch aangedreven met één der draaibanken. Thans is een reserve anker met wikkeling aanwezig, zoodat ernstige bedrijfsstoring niet kan voorkomen.

### B. Zendapparaten enz.

**Vonkpolen.** Geen bedrijfsstoring door aanwezigheid van reserve.

**Koppelspoel.** Van deze spoel moest op alle stations een der metalen boutjes door een ebonieten worden vervangen, daar langs dit boutje vonkovergang plaats had. Na aanbrenging van het ebonieten boutje had men er geen last meer van. Aanleiding tot bedrijfsstoring heeft dit niet gegeven. Het stabiel kruis is echter op den duur niet zeer soliede, hier en daar breekt wel eens een arm af, die gerepareerd moet worden.

**Leidsche flesschen.** Deze geven aanleiding tot voortdurende, zij het door de aanwezigheid van reserve flesschen en contacten, niet ernstige bedrijfs-onderbreking. In den natten tijd zijn de binnencontacten in zeer korten tijd geheel verwoest, waaromtrent men wordt gewaarschuwd door een knetterend geluid in de flesschenbatterij. Neemt men deze uiteen, dan ziet men dat van de binnencontacten gewoonlijk één of meer zijn verwoest, die door nieuwe moeten worden vervangen, waardoor het bedrijf wordt onderbroken. Niet te ontgaan is, dat door het voortdurend verwisselen der binnencontacten het bladtin in de flesschen wordt gescheurd op plaatsen, waar het bijplakken vaak zeer lastig, soms onmogelijk is. Het is dan ook niet duidelijk, waarom de Maatschappij Telefunken zoolang aan deze Leidsche flesschen vasthoudt en niet sinds lang tot het gebruik van plaatcondensatoren is overgegaan.

Voornamelijk met het oog op de groote vochtigheid te Koepang in den Westmoesson is vervanging der Leidsche flesschen door plaatcondensatoren onder olie wenschelijk.

Daarbij gaven de flesschen te Sitoebondo, waar steeds met volle energie werd gegeven en tevens veel met schepen op 600 meter werd gewerkt, bijzonder veel last, doordat bij den grooten vonkkringstroom (vooral bij 600 meter) de binnencontacten neiging tot warm worden en knetteren hadden; ondanks de zorgvuldigste behandeling sprongen daardoor vele flesschen.

Gaf geen bedrijfsstoringen.

Transformator.

De oorspronkelijk geïnstalleerde en de later door Telefunken van betere isolatie voorziene Variometerinrichting. variometerinrichting gaven beide aanleiding tot bedrijfsstoringen en wel te Sitoebondo en Koepang. Hoewel ze vermoedelijk uit de beschrijving van het station bekend zal zijn, volgt hieronder nog een korte uiteenzetting van de variometerinrichting, zooals die in den beginne aanwezig was. Ze bestaat uit een holle as, die uit een oogpunt van isolatie bij voorkeur uit eboniet behoort te zijn vervaardigd, doch hier ter wille der mechanische sterkte van stabiel is gemaakt. De as steunt links en rechts in de ijzeren stijlen van het gestel. Op de holle as zitten 4 vaste en 1 losse spoel. Deze laatste is door een spie verbonden aan een zich in de as bevindende ebonieten trekstang. Om deze spie door te laten en tevens een heen- en weergaande beweging te laten maken, is in de as een lange spiegleuf gemaakt. In de zoeven genoemde ebonieten trekstang is een stalen stang met vierkanten draad geschroefd, die in een koperen moer beweegt, welke haar steunpunt vindt in den linker frame-stijl. Op de moer zit een handwiel. Draait men dit handwiel, dan zal de stalen schroefstang zich in de moer heen en weer bewegen, en zal de daaraan door ebonietstang en spie bevestigde losse spoel dus verschillende standen ten opzichte van de vaste innemen. Hiermede is het mogelijk, door nauwkeurige regeling der antenne-zelfinductie, afstemming der antenne met den flesschenkring te verkrijgen en dus het juiste maximum op den luchtdraad-ampèremeter zeer nauwkeurig te vinden.

Reeds gedurende het verblijf van den installeerenden ingenieur van Telefunken bleek, dat in de holle as een vonkovergang plaats had langs de in die as zich bewegende ebonieten stang, en wel van de spie af naar de stalen schroefstang. Daar deze in de koperen moer ligt, die destijds zonder isolatie in den ijzeren stijl lag, had men dus directen vonkovergang naar aarde.

De ebonieten stang was over haar geheele lengte door vonkovergang eenigszins uitgebrand en werd door den igr. van Telefunken vervangen door een houten geparaffineerde stang. Daar bedoelde igr. vermoedde, dat het euvel ontstond, doordat van de spoelen met hoogste spanning af (zijnde de beweegbare en de meest linksche vaste spoel) afleiding bestond naar de stalen stang, werd te Koepang en Ambon van deze spoelen een groot gedeelte der binnenwindingen weggenomen en daarmede dus de afstand der windingen tot de as grooter gemaakt. De oorspronkelijke inrichting werd daarna weer aangebracht.

Te Sitoebondo moest men den geprepareerden houten stok met de hand in en uit trekken waardoor het instellen zeer werd bemoeilijkt. Met de door den Telefunken-ingenieur achtergelaten inrichting werd te Koepang verder gewerkt, doch werd bij langdurig seinen een brandlucht opgemerkt. Bij de beproeving der machines en apparaten werden tijdens de metingen vele lange streepen gegeven. Hierbij werd in hevige mate een brandlucht waargenomen en zag men uit de spiegleuf rook te voorschijn komen. Bij losneming der variometerinrichting bleek, dat de houten stang over een lange streep verkoold was.

Het handwiel, de houten en ijzeren stang werden weggelaten, de stabilieten as ondersteund en op eenigen afstand van den ijzeren stijl gebracht. Bij het seinen zag men een vonk zich bewegen langs den binnenkant van de as en daarna de ruimte tusschen as en stijl doorslaan.

De holle as met spoelen werd nu afgenomen, en bleek van het punt af, waar de losse spoel bij het gebruik der 1600 M. gewoonlijk staat, tot het linker uiteinde over een geheele streep verkoold.

Hoewel er lang is gezocht naar een gaatje in de holle as, waarlangs de vonkovergang, — die ongetwijfeld van de spoel afkomstig was — plaats had, werd dit niet ontdekt. Vermoedelijk zijn er in het minder goed isoleerend stabiel eenige geleidende adertjes waarlangs de vonk haar weg heeft gevonden.

De volgende proef bewees, dat de vonkovergang van de beweegbare spoel afkomstig moest zijn.



De aansluiting van den luchtdraad werd n.l. verplaatst naar den rechter stijl, zoodat men nu rechts de hoogste spanning had. Bij het seinen hield de vonkovergang in de as op. De aansluiting van den luchtdraad werd weder naar links gebracht, en tusschen den linkerstijl en de as werden eenige stukken micaniet geklemd. De vonkovergang hield nu op. Alsnu werd een houten trekrichting met isolatie vervaardigd. In plaats dat echter de 2e spoel van links wordt bewogen, geschiedt dit nu te Koepang met de meest linksche (vroeger vaste) spoel, terwijl de voormalig beweeglijke werd vastgezet. Intusschen werd een nieuwe variometeras aangevraagd, welke na eenigen tijd met een extra isolatie werd ontvangen.

**Houten trekrichting  
variometer.**

Op de bijgevoegde teekening fig. 15 is te zien, dat waar vroeger de koperen moer en daarmede de stalen schroefstang direct in den ijzeren stijl lag, ze hiervan thans door een micanietisolatie is gescheiden. De variometerinrichting met nieuwe as en isolatie werd aangebracht doch na eenigen tijd werd weer een brandlucht waargenomen.

Bij nader onderzoek bleek de ebonieten stang op de plaats, waar de stalen stang er in geschroefd wordt, gedeeltelijk weggebrand (zie op de teekening bij *a.*).

Bij gebrek aan tijd om de oorzaak van het euvel op te sporen werd het aangetaste stuk eboniet afgezaagd, opnieuw draad getapt voor de stalen schroefstang en het gat voor de spie een eindje verplaatst. De inrichting werd weer ineengezet en na eenige dagen, toen er gelegenheid was een nader onderzoek in te stellen, weer losgenomen. Opnieuw was op dezelfde plaats de ebonieten stang aangetast.

Thans werd het handwiel afgenomen en de koperen moer uit den stijl verwijderd, zoodat men in de as kon kijken. Daarin bevonden zich nu de ebonieten en de stalen stang, welke laatste vrij van het ijzeren gestel lag. Bij het seinen zag men in de holle as vonkovergang van de binnenzijde op de plaats waar het eboniet was verwoest.

Hoewel men aan de zijde van den stijl geen vonkovergang naar aarde zag, bewees het volgende, dat toch iets dergelijks moest plaats hebben. Verwijderde men n.l. de spie, die de spoel aan de ebonieten stang verbond, dan kon men de stang naar binnen schuiven. Schoof men de stang zoover in, dat de stalen stang ook geheel in de stabilieten as lag, dus een eind van den ijzeren stijl af, dan hield de vonkovergang op.

Ondanks de extra mica-isolatie, had dus toch nog vonkovergang naar aarde plaats.

De stelinrichting met handwiel werd afgenomen en de te Koepang aangemaakte weer aangebracht.

Een betere isolatie, die bij andere opstelling van den variometer gemakkelijk is te bereiken, zal gewenscht zijn. De te Koepang en Sitoebondo gebruikte nood-schuifinrichting maakt toch nauwkeurige afstemming lastig (met de handwiel-inrichting is van dezen last geen sprake).

**Marmeren schakel-  
bord van den antenne-  
variometer**

De isolatie tegen hoogspanning door middel van de zich op de marmeren plaat bevindende isolatoren is onvoldoende.

Bij het seinen met de 2300 M. golf, dus wanneer binnen het station reeds een zeer hoge spanning aanwezig is, moet te Koepang de aansluiting van de 600 M. golf, die dicht bij het punt van hoogste spanning zit, zelfs worden losgemaakt, daar anders over de genoemde isolatoren en het marmeren bord overgang naar aarde plaats heeft. Maakt men deze aansluiting niet los, dan wordt de stop op het schakelbord gloeiend heet en begint ten slotte te rooken. Ook de toon is dan niet behoorlijk in te stellen. Reeds in het overnemingsrapport werd hierop de aandacht gevestigd. Hoewel bij de bedrijfsgolf geen aanleiding tot bedrijfsstoring wordt gegeven, is dit wel het geval wanneer men op de 2300 M. golf overgaat.

**Luchtdraad-  
ampèremeter.**

De luchtdraad-ampèremeter van 0—40 amp. veroorzaakte herhaaldelijk bedrijfsonderbreking. Zooals reeds in het overnemingsrapport is vermeld, was deze meter bij de installatie verkeerd aange-

sloten. Eenpolig verzekerd zijnde, was de aansluiting zoodanig geschied, dat bij doorbranden van de zekering de meter niet aan het tegengewicht doch aan de geverinrichting bleef aangesloten. Het gevolg was, dat nu in den ampèremeter een zeer hooge spanning optrad, die de isolatie van den meter geheel verwoestte. Tevens brandde alsdan, door stroom over de verwoeste isolatie, het fijne metalen trekdraadje door. Een en ander gaf aanleiding tot langdurige reparatie; de aansluiting is daarom later omgedraaid. Doordat de meter niet op voldoende groote stroomsterkte was ingericht (meermalen was de stroom in den luchtdraad meer dan 40 amp.) ging de zekering herhaaldelijk door en brak vaak het draadje, zoodat het bedrijf nogal eens moest worden onderbroken waarbij dan eenigen tijd zonder ampèremeter werd doorgewerkt, ten einde het bedrijf niet te lang te stoppen. Ten slotte was de aanwijzing van den meter geheel onbetrouwbaar. Hij is sinds eenigen tijd te Koepang en Ambon vervangen door een anderen van 0—60 ampères, die goed voldoet, terwijl te Sitoebondo aan de nageleverde niet verwoeste reserve-ampèremeter tot 40 ampère een shunt werd aangebracht om overbelasting te voorkomen.

Aangezien verkeer met schepen te Ambon en Koepang tot de uitzonderingen behoort, geeft deze inrichting weinig reden tot klagen. Op een station evenwel als te Sitoebondo, waar men voortdurend door schepen wordt aangeropen, heeft het overstappen van de lange op de scheepsgolf en daarna weer omgekeerd veel tijdsverlies gegeven, waarom men daar zal moeten overgaan tot opstelling van een aparten scheepszender en ontvanger.

Omschakelaar van groot op klein net.

Deze hebben goed voldaan en geven geen reden tot opmerkingen.

Invoering der netten en van het tegengewicht in de seinkamer

Idem.

Seinsleutel.

Daar de invoering van de luchtnetten niet recht tegenover het ontvangtoestel is aangebracht, moet de hoogspanningsomschakelaar, die tegen den muur zit, door middel van een overdraging met rollen en staaldraad worden bewogen.

Omschakelaars van geven op ontvangen vice versa.

Daar dit met eenige kracht moet geschieden, brak de door Telefunken geleverde en voor dit doel veel te zwak geconstrueerde hefboom reeds vrij spoedig op alle stations af, en is deze door de technische ambtenaren vervangen door een solideren hefboom, die sinds dien goed heeft voldaan.

Hoewel geen aanleiding gegeven hebbende tot ernstige bedrijfsstoringen, moest gedurende den tijd, dat de nieuwe hefboom nog niet gereed was, de omzetting uit de hand geschieden, hetgeen niet zoo vlot ging als anders.

O.i. had zonder eenig bezwaar de binnenvoering der luchtnetten kunnen zijn aangebracht recht tegenover het ontvangtoestel. Door dan tevens den hoogspanningsomschakelaar op dezelfde hoogte te brengen als de 3 stoppen, waarmede men van het groote op het kleine net overgaat, zou men de overbrenging met rollen en staaldraad niet noodig hebben gehad en bovendien de leiding van den luchtdraad binnen het station eenvoudiger hebben gemaakt.

### C. Ontvanger. Detectoren.

Hoewel tot nu toe geen bedrijfsstoringen voorkwamen, zullen deze op den duur niet uitblijven. De steun voor de as, waarop de verschillende mescontacten zijn geplaatst, welke as voor de overbrenging van beweging bij het omschakelen van geven op ontvangen dient, is veel te zwak geconstrueerd. Het gevolg is, dat de as aan den kant waar het kamrad is aangebracht, naar beneden is getrokken en te Ambon reeds is afgebroken. Het is noodig hierin op den duur te voorzien.

Ontvangtoestel.

De as had aan de buitenzijde verlengd moeten zijn en daar, evenals de hoofdas van de machine, een buitenlager moeten hebben.

Voor critiek op de elektrische eigenschappen van het ontvangtoestel zie Hoofdstuk V.

**Detectoren.**

Het ware aan te bevelen bij nieuwe ontvangtoestellen op dit onderdeel de aandacht te vestigen. Dit artikel kan tot zeer veel bedrijfsstoringen aanleiding geven, voornamelijk in den Westmoesson, wanneer men zware luchtstoringen heeft, die de detectoren doen ontstellen. Het is van zeer veel belang op het station steeds verscheidene goed ingestelde detectoren te hebben. De ervaring heeft geleerd, dat van de thans door Telefunken geleverde typen, de typen ED 16 en 33 het gevoeligst en constantst zijn van alle geleverde. Echter is een iets ongevoeliger detector te maken (carborundum met potentiometer), die zelfs bij de sterkste luchtstoringen niet ontstelt en derhalve beter diensten zal bewijzen in den Westmoesson en 's avonds, wanneer de sterkste luchtstoringen optreden (vide Hoofdstuk V).

Het gebruik van den tusschenkring kan bij een zeer hard geluid toegepast worden om de bedrijfszekerheid te verhoogen. Zoo was het 's avonds vaak mogelijk, de luchtstoringen gedeeltelijk weg te werken. Wegens het betrekkelijk zwakke geluid kon hij overdag niet worden gebruikt, vide hierover uitvoerig Hoofdstuk V.

**D. Buitenwerk.**

**Luchtnetten.**

Geven geen reden tot opmerkingen.

**Sprühschutz-  
isolatoren.**

De Sprühschütze met gearafincerde touw-isolatie, die bij neerkomen van het luchtnet zelden geheel breken en alsdan nog steeds door het personeel zelf kunnen gerepareerd worden met onbeteekenende materiaalkosten, hebben in het niet buitengewoon vochtige Sitebondo schitterend voldaan.

Op de beide andere stations gaf de regentijd aanleiding tot snel wegrotten van de touwisolatie en werd meer succes verkregen met de Clouth-isolatoren met eboniet-isolatie.

De Clouth-isolatoren van de nieuwste constructie zijn zeer goed. Ze hebben een enkele maal door breken aanleiding gegeven tot bedrijfsstoring. Gebroken Clouth-isolatoren zijn gewoonlijk niet te repareren.

**Touwwerk.**

Hiervoor moet men geteerd touw nemen.

**Hoekpalen.**

Hebben nog geen aanleiding tot bedrijfsstoring gegeven. Echter zijn vele reeds door witte mieren aangetast en was het bij 2 noodzakelijk ze extra te steunen. Het gebruik van Europeesche houten palen is in de tropen af te keuren; vervanging door ijzeren masten is aan te bevelen. Op Ambon deden levende boomen met succes dienst als hoekpalen.

**Betonpalen te  
Koevang.  
(tegengewicht).**

Gaven een enkele maal door breken aanleiding tot bedrijfsstoring. Het is aan te bevelen hiervoor in de toekomst gewone telegraafpalen te nemen.

**Mast.**

Deze zelf geeft geen aanleiding tot extra beschouwingen. Het breken van een glaslichaam kwam een enkele maal voor. Wij vestigen er evenwel nogmaals de aandacht op, dat door het nog steeds afwezig zijn van de spansloten tot vervanging dezer glaslichamen aan het bovenste en onderste bordes, dit vervangen met moeilijkheden zal gepaard gaan, waardoor eenigszins langdurige bedrijfsstoring mogelijk is.

## Hoofdstuk IV.

### Periodieke metingen.

---

#### KORTE INHOUD.

*Metingen tot het opsporen van de oorzaak der vermindering van de luchtdraad-  
stroomsterkte te Koepang als functie der jaargetijden door den Koepang-leider* Blz. 55 t/m. 57.

---

BIJLAGEN: *geene.*

---

# Hoofdstuk IV.

## Periodieke Metingen.

Deze heeft in ernstige mate de correspondentie, voornamelijk met Sitoebondo benadeeld. Evenals bij het intreden van den Westmoesson in 1912 is opgemerkt, trad ook in 1913 op dienzelfden tijd een plotselinge vermindering der luchtdraadstroomsterkte te Koepang in. Langen tijd is gezocht naar de oorzaak van dit verschijnsel, waarbij achtereenvolgens alle factoren zijn nagegaan, die op de stroomsterkte invloed kunnen hebben, en die volledigheidshalve achtereenvolgens zullen worden behandeld.

**Vermindering der  
luchtdraad-stroom-  
sterkte te Koepang.**

Vooraf zij echter vermeld, welke andere verschijnselen met deze verminderde stroomsterkte gepaard gingen. Zoolang het verschijnsel duurde, kon men slechts met een verminderde primaire spanning werken. Trachtte men de spanning op te voeren, dan werd de toon schor en de vonk onregelmatig, zoodat men genoodzaakt was, met een geringere primaire-, en dus ook geringere luchtdraad-energie te werken, ten einde het voordeel van een zuiveren toon niet te verliezen en de vonkbrug niet noodeloos te bederven. Reeds toen werd dus een aanwijzing verkregen voor het bestaan eener tijdelijke vermindering van de primaire, dus van de *vonkspanning*.

Het verloop van de stroomvermindering was als volgt: Half October, bij ingang van den Westmoesson, zakte de stroom van 40 op 37 ampères, waardoor een verlies van 15% aan energie optrad. In den loop van den Westmoesson steeg dit verlies tot 25%. Met ingang van half Februari dus in het slechtste gedeelte van den Westmoesson, daalde de stroomsterkte tot 32 amp., waardoor een energieverlies van 40%, viel te boeken, terwijl de stroom later nog iets zakte en gedurende eenigen tijd 30 amp. bleef, waardoor het verlies tot 50% steeg. Men werkte dus toen met een half zoo krachtige installatie als normaal.

Deze stroomvermindering kwam bij alle golven der groote antenne in dezelfde mate voor, terwijl ook bij de 600 M. golf, die met het kleine net en aarde wordt tot stand gebracht, een aanzienlijke stroomvermindering viel te constateeren.

Met het naderen van den Oostmoesson werd de toestand gaandeweg gunstiger en bij vollen Oostmoesson was de stroom weer ca 40 amp.

Op de beide andere stations trad deze afhankelijkheid der vonkspanning van het jaargetijde niet in die mate op. Voor Sitoebondo, dat een zooveel droger klimaat had, werd dit als vanzelfsprekend beschouwd; dat het eveneens zeer vochtige Ambon hiervan slechts zeer geringen last had, werd aan plaatselijke omstandigheden (vochtigheid van het gebouw, enz.) toegeschreven. Echter juist omdat dit verschijnsel slechts te Koepang zoo geprononceerd optrad, was nauwkeurig onderzoek gewenscht met terzijdestelling van andere facultatieve metingen.

Thans zullen achtereenvolgens de verschillende invloeden worden behandeld.

Gedurende den Westmoesson zijn herhaaldelijk koppelingskrommen genomen, om te onderzoeken, of de geringe stroomsterkte ook te wijten was aan een verkeerde koppeling.

hetgeen echter uit het feit, dat bij alle golven op beide netten verminderde stroom was te constateeren, niet waarschijnlijk was.

In de buurt, waar men onder normale omstandigheden moest koppelen, dat was bijv. bij de 1600 M. bij ca  $\frac{1}{2}$  winding minder in den luchtdraad dan in de koppelspoel, was geen verbetering te vinden. Ging men echter hooger en koppelde men ten slotte de geheele spoel in den luchtdraad, dan kreeg men 1 à 2 amp. meer. Men kwam door deze koppeling van een koppelingsgraad van 22 op een van 31  $\%$ . Ook *dit* deed zich bij alle golven voor, echter niet altijd. Soms moest men in de buurt van de normale koppeling zijn, maar toch altijd moest ze vaster zijn dan in den gunstigen tijd.

Deze vastere koppelingsmogelijkheid zonder bovenmatige verwarming der vonkbrug, wijst op een goede bluswerking, daar het aantal zwevingen daardoor grooter wordt, dus elke zweving korter aanhoudt, waardoor de vonk dus korter gelegenheid heeft te blusschen. Daar de toon zuiver en de stroomaanwijzing op den ampère-meter constant was, moet de bluswerking goed zijn geweest.

De fout werd dus hierin niet gevonden.

**Luchtnetten  
en tegengewicht.**

Voor zoover dit bij de vele bedrijfsuren mogelijk was, werden luchtnetten en tegengewicht onderzocht.

Gedurende het seinen werd bij de „Sprühschütze” boven aan den toren geluisterd of daar vonkovergang plaats had, hetgeen echter niet het geval was. (De toestand der Sprühschütze”, alsmede de isolatie van den toren wordt geregeld onderzocht).

Ook bij de hoekpalen en de steunpunten voor het tegengewicht was geen vonkovergang te bemerken.

**Resonantiekrommen**

Deze werden herhaaldelijk genomen, gaven echter geen abnormale verschijnselen te zien, noch aanzienlijke dempingsvermeerdering.

Hierdoor werd bevestigd, dat de oorzaak *niet* gelegen kon zijn in gebrekkige isolatie of andere toeneming der demping in het luchtnet; deze zou, om het maximum verlies van 50  $\%$  mogelijk te maken 2 maal zoo groot moeten zijn geworden, hetgeen met een resonantiekromme onmiddellijk aangetoond zoude kunnen zijn; trouwens de primaire energie ware dan ongeveer onveranderd gebleven.

**Transformator.**

Een fout in den transformator is niet gevonden. Bij open secundaire gaf de ampèremeter bij neerdrukken van den sleutel geen uitslag, zoodat kortsluiting in de secundaire niet aanwezig was.

**Isolatiefouten.**

Zijn niet ontdekt.

**Fouten in de vonk-  
brug.**

Waren niet aanwezig.

**Leidsche flesschen.**

Nadat 4 nieuwe Leidsche flesschen waren ontvangen, werden de oude hierdoor vervangen, zonder dat verbetering was te bespeuren.

Nadat aldus alle factoren waren nagegaan, zonder dat men de oorzaak had kunnen vinden, werd omgezien naar middelen om de stroomsterkte op te drijven. Daar de gebruikelijke wisselstroomspanning lager was dan de normale, werd besloten te trachten om door het bijplaatsen van de twee reservevonken bij wijze van proef, het euvel te verhelpen; dit gaf reeds eenige verbetering in stroomopneming in het luchtnet en in de primaire energie-opneming, zoodat aange-

nomen mocht worden, dat inderdaad de vonkspanning de factor was, die het verschijnsel beheerschte. Deze spanning verder op te voeren, was met het oog op het contract verboden, daar daartoe verandering in de installatie (bijplaatsen 2e vonkbrug) noodig werd. Inderdaad is na het proefjaar de oorzaak van deze vonkspannings-vermindering gevonden.

Die oorzaak bleek te liggen in de methode van vlakken der vonkplaten waardoor eensdeels de platen niet geheel vlak, doch eenigszins bol werden, terwijl bovendien bij het slijpen olie werd gebruikt in tegenstelling met de werkwijze op de beide andere stations, waar droog opgeslepen werd.

Het is niet onmogelijk, dat sporen olie bij het seinen verdampen en daardoor in de afgesloten vonkruimte de vonkspanning verminderen (zooals b. v. spiritus bij de Lorenz Vieltonlösch-vonk) zonder op het rendement als smoorzender ongunstigen invloed te hebben (het zelfs iets te verbeteren).

Hoe dit ook zij, wijziging der vonkspanning is inderdaad gebleken de oorzaak te zijn en de invloed, die de vonkspanning wijzigde, was *niet* zooals men bij voorbaat dacht, de heerschende vochtigheid, doch wel de wijze van opslippen der vonkbrugdeelen.

In het natte jaargetijde toch, na het proefjaar, nu de vonkplaten behoorlijk droog en vlak zijn geslepen, is van vermindering der vonkspanning niets te bespeuren, zoodat de vochtigheid te Koepang ook niet de hoofdoorzaak was. Nu daardoor de antenne-energie te Koepang weer steeds dezelfde is als te Sitoebondo, is ook de onsymetrie dezer verbinding bijna geheel weggefallen. Het nog bestaande verschil zal gevoegelijk op rekening van de antenne- en tegengewichtophanging te Sitoebondo geschoven kunnen worden.

## Hoofdstuk V.

### Onderzoekingen betreffende de ontvangst op de draadlooze proefstations.

#### KORTE INHOUD.

##### A. *Algemeene beschouwingen over de ontvangst.*

Koppelinrichting voor detector . . . . .	Blz. 61 t/m. 62.
Te stellen eischen aan een ontvangapparaat, en wel:	
1 <sup>e</sup> . Groote afstemscherpte . . . . .	„ 62.
Tusschenkring . . . . .	„ 62 „ 63.
2 <sup>e</sup> . Grootst mogelijk ontvanggeluid (oeconomische schakeling) . . . . .	„ 63 „ 65.

##### B. *Critiek op diverse onderdeelen van het ontvangtoestel.*

1 <sup>e</sup> . Aperiodische detectorkring . . . . .	„ 65 „ 67.
Telefunken-telefoon . . . . .	„ 67.
Telefunken-detectoren . . . . .	„ 67 „ 68.
2 <sup>e</sup> . Critiek op de afstemmiddelen (vliegwielschakeling). . . . .	„ 68 „ 71.

##### C. *Aarding van de ontvang-antenne.* . . . . . „ 71.

#### BIJLAGEN:

- BIJLAGE 1. Gedetailleerde onderzoekingen van den *Sitoebondo-leider* naar de sub B 2<sup>e</sup> bedoelde *vliegwielschakeling*.
- „ 2. Onderzoekingen van den *Ambon-leider* naar de wisselstroom-eigenschappen der contact-detectoren.
- „ 3. Onderzoekingen van den *Sitoebondo-leider* naar alle in- en uitwendige eigenschappen der contact-detectoren in verband met gedurende het proefjaar gebruikte meetmethoden en ten behoeve van een berekening ter versterking van de stations.
- „ 4. Onderzoekingen van den *Sitoebondo-leider* naar telefoon-gevoeligheid en gunstigsten telefoon-weerstand in verband met den detector-weerstand.



## Hoofdstuk V.

### Onderzoekingen betreffende de ontvangst op de draadloze proefstations.

#### ALGEMEENE BESCHOUWINGEN.

Bijna alle ontvangtoestellen voor gehoorontvangst der diverse systemen voor draadloze telegrafie bestaan uit:

- A. Een antenne met afstem- en koppelinrichting.
- B. Een of andere soort detector met telefoon, waaraan door middel van de sub A genoemde koppelinrichting uit het antenne-systeem energie in den vorm van hoog-frequente wisselstromen wordt toegevoerd.

Het sub B bedoelde detectorsysteem heeft daarbij slechts de functie, met zoo hoog mogelijk rendement den niet waarneembaren hoogfrequenten hoofdstroom in een voor onze organen waarneembaren energievorm om te zetten.

Dat deze energie-omzetter een bijzondere koppelinrichting met de antenne behoeft en als regel niet direct in de antenne kan worden geschakeld, vindt zijn oorzaak, zooals bekend, in het feit dat alle bekende detectoren, met uitzondering van MARCONI's magnetischen detector, een zeer aanzienlijken eigenweerstand hebben, tengevolge waarvan de antenne, als die weerstand er direct in werd opgenomen, een sterk gedempte resonator zoude worden, waardoor:

1e. de mogelijke opneming van energie door de antenne sterk wordt verminderd;

2e. de sterk gedempte antenne binnen wijde grenzen ongeveer gelijk gevoelig blijft voor aankomende golven van zeer verschillende frequenties, d.w.z. dat de afstemscherpte, zoo hoog noodig bij het gelijktijdig werken van vele stations, verloren gaat. Inderdaad wordt bij een serieus uitgewerkt systeem deze directe schakeling dan ook slechts toegepast waar men met MARCONI's magnetischen detector werkt, die een zooveel geringeren weerstand bezit dan alle andere bekende detectoren en dan nog uitsluitend in de z.g. „stand-by” schakeling, waarbij het juist te doen is om bij niet te groot verlies aan geluidsterkte, zooveel mogelijk verschillende golffengten gelijktijdig te ontvangen, teneinde niet, door te scherpe afstemming gevaar te loopen, dat men de oproepen van *die* stations, die toevallig iets buiten onze afstemming liggen, niet zou ontvangen; wordt dan werkelijk zoo'n oproep op de „stand-by”-schakeling gehoord, dan wordt onmiddellijk op de meer voordeelige en selectieve afstem-schakeling overgegaan, om eerst dan met het oproepend station te werken, wanneer op deze gekoppelde afstembare inrichting het roepend station scherp is afgestemd.

Een dergelijke werkwijze, die op bijna alle, met het MARCONI-systeem uitgeruste scheepsstations wordt gevolgd, is alleen mogelijk met- en dus een specifiek voordeel van MARCONI's magnetischen detector. Volgt men dezelfde werkwijze met welke andere soort van detector ook, dan is de antenne geheel aperiodisch, ontvangt elke golf, doch *zeer zwak*, waardoor deze aperiodische schakeling nutteloos wordt.

Een koppelinrichting tusschen antenne en detector is derhalve noodig en wel kan deze:

a. direct (galvano-magnetisch).

b. indirect (zuiver magnetisch) zijn.

In het algemeen wordt bij goede systemen deze laatste vorm (b) gekozen, omdat de mate van koppeling regelbaar moet zijn.

Bij vorm *a* is dit alleen mogelijk door het aanbrengen van zeer vele aansluitstoppen of van een sleepcontact, waarvoor het bijna noodzakelijk wordt, massieven draad te gebruiken, terwijl bij de uitvoering sub *b* fijnverdeeld „Litze“-draad kan worden gebruikt, hetgeen zooals bekend is, voordeelen kan opleveren. Verder is bij de schakeling sub *a* de detectorkring en daarmede dus de detector en de telefoon in geleidende verbinding met de antenne, zoodat de vooral bij antennes van groote afmetingen (in hoogte en oppervlak) vaak optredende statische ladingen, den detector, de telefoon en dus den telegrafist kunnen schaden. Bij de sub *b* bedoelde zuiver magnetische koppeling ontbreekt dit rechtstreeksche contact met de antenne en dus ook dit risico.

*Telefunken heeft dan ook deze magnetische koppeling gekozen.*

Door deze magnetische koppeling lossier of vaster te maken, verkrijgt men, zooals theorie en practijk toonen, willekeurig minder of meer energieoverdraging van de antenne op den detector.

I. Maakt men de koppeling uiterst los, dan bestaat geen merkbare energie-overdraging meer van de antenne op den detector; de antenne gedraagt zich, als was er geen detector, de detector spreekt niet aan.

II. Koppelt men absoluut vast, hetgeen met een magnetische koppeling niet geheel is te bereiken, dan gedraagt de antenne zich, alsof de detector direct daarin was geschakeld; de grootst mogelijke energie-overbrenging van de antenne naar den detector heeft plaats.

Natuurlijk ligt de in de practijk gekozen koppeling tusschen de uitersten I en II. Welke koppeling men daarbij kiest, hangt af van het doel, dat men zich voor oogen stelt. Hierbij gelden slechts twee overwegingen en wel:

1°. *Groote afstemscherpte.*

De scherpst mogelijke afstemming wordt toegepast met het doel om door andere stations niet te worden gestoord. Dit kan slechts geschieden ten koste van de geluidsterkte, door de koppeling zeer los te nemen, vooropgesteld, dat de demping van de te ontvangen golf zelve gering is, zooals bij moderne vonkzenders inderdaad het geval is. Men maakt nu de koppeling zóó los, dat het te ontvangen station nog juist opneembaar is, en het storende station niet meer.

Hier beslist dus ten slotte de sterkte der signalen van het zendende station over de vraag hoe ver men met de losheid der koppeling kan gaan. Is bij de meest losse koppeling de intensiteit van op andere golf afgestemde signalen van een storend station zoo gering, dat zij niet meer storend waarneembaar zijn, dan is het mogelijk, het storende station buiten te sluiten, anders niet.

Is de ontvang-antenne ook zonder inschakeling van detector, dus vrij slingerend, *zwaar gedempt*, b.v. door sterk stralende eigenschappen, dan kan lossere koppeling weinig baat brengen bij storing, tenzij de intensiteit en golflengte der signalen van het storende station sterk afwijken van die van het te ontvangen station.

*Tusschenkring.* Ten einde ook met zulk een zwaar gedempte antenne door losse detector-koppeling storende stations onschadelijk te kunnen maken, koppelt men den detector niet direct aan de antenne, doch schakelt men een zeer weinig gedempten, op de te ontvangen golf af te stemmen kring, uit zelfinductie en capaciteit bestaande, tusschen antenne en detectorkring.

Theorie en practijk toonen aan, dat mits de demping van dien kring *eenige malen* kleiner is dan die van de antenne, de werking, wat storingsvrijheid betreft, op hetzelfde neerkomt, alsof de antenne zelf minder gedempt ware.

*De Telefunken-ontvangtoestellen kunnen van zulk een z.g. tusschenkring worden voorzien van lage demping ( $d = 0.02$ ), welke zeer los, zuiver magnetisch, met de antenne is gekoppeld en los, direct (galvano-magnetisch) met den detectorkring.*

Waar de antennes der proefstations echter zelf weinig gedempt zijn n.l.  $d = \text{ca. } 0.04$  voor de bedrijfsgolf, kan het gebruik, zooals herhaaldelijk is gebleken, niet veel voordeel opleveren voor de afstem scherpte. Practisch dezelfde afstem-scherpte kan verkregen worden, door losse magnetische detector-koppeling zonder gebruik van den tusschenkring. Daarbij was gedurende het proefjaar het geluid tusschen de diverse proefstations, vergeleken bij de optredende luchtstoringen, zóó inferieur, dat van vermindering daarvan (tot buitenschakeling van storende stations door een andere koppeling) geen sprake kon zijn en steeds *oeconomisch* gekoppeld moest worden, d.w.z. dat de koppeling zóó vast moest worden gemaakt, dat de grootst mogelijke energie op den detector werd overgebracht. Zooals sub 2° zal blijken, is daarbij dan echter de afstem-scherpte niet groot.

*Gebruik van den tusschenkring tegen luchtstoringen.* De geleverde tusschenkring zoude dus een vrijwel nutteloos aanhangsel zijn geweest, ware het niet gebleken, dat atmosferische luchtstoringen er, bij voldoende krachtige ontvangst, iets minder hinderlijk mede kunnen worden gemaakt. Overmatig groot is het voordeel niet, doch 's avonds, als zoowel het geluid, als de luchtstoringen krachtig waren, bracht *tusschenschakeling op een bijzondere wijze* eenig voordeel tegenover die luchtstoringen, die de antenne aanstooten en deze in haar eigen slingering doen slingeren.

Grondgedachte is daarbij:

De antenne wordt *niet* op de te ontvangen golflengte  $\lambda$ , doch op een *iets afwijkende golflengte  $\lambda^1$  afgestemd*.

De ontvangst wordt daardoor minder goed; de theorie toont aan, dat in de antenne *twee* slingeringen moeten ontstaan, *één* verzwakte opgedrukte van de golflengte  $\lambda$  van den zender, *één* vrije eigenslivering  $\lambda^1$ .

Beide golflengten zijn ook in de practijk door afgestemden tusschenkring gemakkelijk aan te toonen.

De luchtstoringscategorie nu, die de antenne aanstoot in de eigenslivering van golflengte  $\lambda^1$ , zal op een op  $\lambda$  afgestemden tusschenkring minder sterk inwerken, dan de door ontvangen signalen aan de antenne opgedrongen slivering van de golflengte  $\lambda$ , zoodat het ontvangen geluid van de uitgezonden golflengte  $\lambda$  sterker tot den tusschenkring en dus tot den detector doordringt, dan deze categorie van luchtstoringen. Ongelukkigerwijze zijn er nog andere categorieën van luchtstoringen, die een bepaalde eigenslivering hebben, zoodat het middel in de verste verte niet afdoende is. Een eigenaardigheid van deze schakeling is dus, dat weliswaar de *tusschenkring* op de te ontvangen golflengte  $\lambda$  is afgestemd, de antenne echter *niet* daàrop, doch op een iets afwijkende golflengte  $\lambda^1$ .

Hierdoor ondergaat het geluid een belangrijke verzwakking, de bedoelde luchtstoringencategorie echter een nog belangrijker verzwakking. Het middel kan alleen bij zeer sterk geluid d.i. 's nachts, worden toegepast, en geeft alsdan eenige, hoewel geen afdoende verbetering.

## 2°. *Oeconomische schakeling.*

Om bij gegeven zend-station-sterkte, een maximum geluid te verkrijgen, past men een detectorschakeling toe, die men oeconomische schakeling noemt.

Met dit geval hadden de proefstations, zooals boven reeds werd aangestipt, gedurende het proefjaar overdag te doen, daar de stations, zooals ook reeds elders gememoreerd, veel te zwak zijn voor den te overbruggen afstand in de tropen.

Zonder dat eenige concessie kon worden gedaan ten behoeve van afstemscherpte moest

er op gewerkt worden, dat een zoo groot mogelijk deel van de ontvangen energie den detector ter omvorming werd toegevoerd.

Invoering van den tusschenkring overdag, kwam dan ook niet voor; steeds werd gebruik gemaakt van de directe, zuiver magnetische koppeling tusschen antenne en detectorkring, die door Telefunken speciaal tot dit doel zoo oeconomisch mogelijk is gebouwd.

Daarbij wordt de oeconomische koppeling, waarbij het geluid het sterkst is, empirisch bepaald en gebruikt.

Dat dit optimum moet bestaan, is duidelijk, indien men het navolgende bedenkt.

Bij toenemend vaste koppeling, wordt wel is waar het gedeelte van de antenne-energie, dat den detector wordt toegevoerd, steeds grooter, echter neemt in dezelfde mate de schijnbare weerstand van de antenne d.i. de antennedemping toe, waardoor de energie-opneming uit den ether door de antenne zelf vermindert.

Onder oogen moet worden gezien, dat elke energie-onttrekking uit de antenne door den detector hetzelfde effect heeft, als het invoeren van een equivalenten weerstand in de antenne, die zóó groot is, dat de ontnomen energie  $E = I_a^2 W_{\text{equiv.}}$  is.

$I_a$  is de antenne stroom;  $W_{\text{equiv.}}$  de equivalente weerstand, die zóódanig is gekozen dat  $I_a^2 W$  overeenkomt met de door den detector verteerde energie.

De aankomende golf induceert in de antenne een bepaalde E.M.K.; hoe *groter* nu door *vastere* koppeling de schijnbare antenne-weerstand wordt, des te *kleiner* wordt de door die E.M.K. opgewekte antennestroom.

Bij *losse* koppeling nu, is de antenne-stroom het grootst; hiervan wordt echter een onmerkbaar deel aan den detector toegevoerd. Bij zeer *vaste* koppeling wordt wel is waar een zoo groot mogelijk deel van den antenne-stroom aan den detector toegevoerd, de stroom in de antenne zelf is dan echter zeer klein door grooteren antenne-weerstand.

Tusschen deze twee koppelingen moet een *optimum* liggen, waarbij eenerzijds de antennestroom niet al te erg is verzwakt, de overbrenging naar den detector anderzijds voordeelig is, zoodat de totale werking op den detector een maximum wordt.

Practisch is gemakkelijk aan te toonen, dat dit optimum bestaat. Maakt men de koppeling van zeer los, steeds vaster, dan neemt eerst het geluid toe, tot een maximum is bereikt en neemt daarna, bij zeer vaste koppeling, weer af.

Ook de theorie toont aan, dat dit optimum bestaat en wel bij ontvangst van *ongedempte* golven, zoodra de schijnbare detectorweerstand  $W_d$  gelijk wordt aan de som van stralings- en verliesweerstand ( $W_s$  plus  $W_v$ ) van de antenne.

Bij *gedempte* trillingen wordt dit optimum eenigszins in nadeeligen zin beïnvloed door het decrement van de te ontvangen golf. (Zie Rein en ook Bijl. 10).

Uit het bovenstaande blijkt:

1°. dat de mogelijke maximum energie-overbrenging op den detector slechts 50 % kan zijn, aangezien toch voor:

$$W_d = W_s + W_v \quad (\text{I})$$

$$\text{en } W_{\text{totaal}} = W_s + W_v + W_d \quad (\text{II})$$

$$W_d = 1/2 W_t \quad (\text{Uit I en II) wordt.}$$

De detector-energie wordt dan  $\varepsilon = I_a^2 \cdot W_d = 1/2 I_a^2 \cdot W_t = \text{de helft der totale antenne-energie.}$

Dit resultaat wordt dan nog slechts voor ontvangst van *ongedempte* golven bereikt; voor *gedempte*, van het bij de hier bedoelde stations optredende decrement, slechts ten naastebij en wel wordt voor gedempte trillingen van het zenderdecrement  $d_1$ , en het ontvangerdecrement  $d_2$  deze hoeveelheid in de verhouding  $1/4 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{d_1^2}{d_2^2}} \right)$  kleiner.

2°. dit gunstigste resultaat van de oeconomische schakeling, waarmede men bij de gouv. stations, wegens de geluidzwakte overdag, steeds moet werken, kan dan ook slechts bij ontvangst van ongedempte golven verkregen worden door verdubbeling van de antenedemping;

daar  $W_t = 2(W_s + W_v)$  is, wordt dus ook  $d_t = 2(d_s + d_v)$ , waar zonder detector slechts  $d_{t_1} = (d_s + d_v) = \frac{1}{2} d_t$  was;  $d_{t_1}$  is voor onze stations ca 0.04;  $d_t$  is dus  $2 \times d_{t_1} = 2 \times 0,04$  dus in de buurt van ca 0.1. Voor ontvangst van gedempte golven is

$$d_t = d_{t_1} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{d_1^2}{d_2^2}} \right), \text{ zooals de theorie van Rein aantoont.}$$

Bij deze oeconomische schakeling is de afstemscherpte dus niet bovenmatig, hetgeen nog door de toepassing van de z.g. vliegwielschakeling schijnbaar dáárdóór erger wordt, dat de ontvangen energie over twee golven, waarvan één ongebruikt blijft, wordt verdeeld, waardoor, zooals aan de hand der door den leider van het station Sitoebondo gedane onderzoekingen moge blijken, een verlies aan geluidsterkte en een gevoeligheid voor storende stations ontstaat.

*De door Telefunken geleverde proefstations zijn dus wat de ontvangtoestellen betreft met het oog op maximum-afstemscherpte op een verkeerde basis gebouwd.*

Helaas heeft dit toch nog niet ertoe geleid om het geluid voldoende sterk te maken en is de ontvangen energie nog vele malen te klein, om door de luchtstoringen heen te komen.

Uit een oogpunt van afstemscherpte staat men voor een *principieele* fout van het ontvangtoestel-type.

### B. Critiek op diverse onderdeelen van het ontvangtoestel.

Afgezien van de reeds geleverde critiek zijn nog meer details voor aanvechting vatbaar en wel:

- 1e. de elektrische dimensioneerling van den detector-kring.
- 2e. de toegepaste z.g. vliegwielschakeling.
- 3e. het niet toepassen van een potentiometer bij de contactdetectoren.

1e. *De secundaire of detectorkring is, zooals hierboven gereleveerd, als z.g. aperiodische schakeling bedoeld, d. v. z.:*

De detector van hoogen weerstand  $D$  is zóó in een kring geschakeld, (zie fig. 16) dat zijn eigen weerstand practisch de eenige energie-verbruiker in dien kring vormt. Alle energie, dezen kring toegevoerd, wordt dan vrijwel uitsluitend in den detector verteerd, d. i. in waarneembare energie aan de telefoon  $T$  toegevoerd. Inderdaad zijn dan ook de wisselstroomverliezen in de secundaire spoel  $L_2$  en den condensator  $C_2$  met parallel geschakelde telefoon  $T$  te verwaarloozen klein tegenover die in den detector.

Een kring echter, als de in fig. 16 geteekende, behoort tot die categorie, waarbij  $\frac{CW}{4}$  grooter is dan  $\frac{L}{W}$ , of die grens nadert.

$L$  = zelfinductie van den kring.

$C$  = capaciteit van den kring.

$W$  = weerstand van den kring.

Uit Lord KELVIN'S formule voor condensator-kringen volgt dan in dat geval, dat een vrije gedempt-sinusoïdale beweging in zoo'n kring niet kan bestaan; wél een eerst *zwellende*, daarna *afnemende* stroom in één richting. De kring wordt daardoor binnen wijde grenzen ongevoelig voor het aantal perioden van de opgedrukte trilling; vandaar de naam *aperiodische kring*. Geheel aperiodisch wordt deze echter bij onze stations in de practijk niet, de kring blijft eenigszins gevoelig voor de frequentie.

De theorie toont aan, dat om den stroom door den detector een maximum te doen zijn,

de dimensies van  $L_2$  en  $C_2$  zóó moeten zijn, dat  $D$  de toonaangevende factor van de totale kringimpedantie is d.w.z., dat bij een bepaalde  $C_2$  de zelfinductie  $L_2$  zóó gekozen moet worden, dat op de opgedrukte frequentie is afgestemd. Is  $C_2$  dus door omstandigheden bepaald, dan laat zich  $L_2$  berekenen uit de Kelvin'sche formule, waarbij dan echter de weerstand-factor, die gewoonlijk bij hoogfrequentie-berekeningen verwaarloosd wordt, niet mag verwaarloosd worden. Integendeel, deze domineert dan zelfs.

Door dezen eisch, ligt het product van  $L_2$  en  $C_2$  al tamelijk vast. Hoe groot men nu ieder kiest, hangt af van verschillende omstandigheden. De volgende punten komen hierbij in aanmerking:

a. De eigenweerstand van den Detector  $D = W_d$ , is van invloed daar  $W_d^2 > 4 \frac{L_2}{C}$  moet zijn, om den kring door den detector aperiodisch te maken; hoe *hooger*  $W$  dus is, des te *groter* kan men  $L_2$  maken; en onder  $b$  en  $c$  zal blijken, dat zulks voordeelig is.

b. men moet den vroeger bedoelden oeconomischen koppelingsgraad kunnen bereiken, waarvoor een tamelijk groot aantal windingen (dus groote zelfinductie) noodig is.

c. het is gebleken, dat *alle* detectoren een *kleine beginspanning* noodig hebben alvorens te werken; *hoeveel* hangt af van de *instelling* en *soort* der detectoren. Om derhalve bij *kleinsten* antennestroom deze beginspanning nog te kunnen opwekken, moet de zelfinductie van  $L_2$  zeer groot zijn (voor zeer zwakke geluiden moet dan ook, om deze beginspanning nog te produceeren, zooals ook de practijk toonde, de koppeling *vaster* worden gemaakt, dan de vroeger bedoelde oeconomische).

Het onder  $b$  en  $c$  genoemde brengt een streven naar een groote waarde van  $L_2$  mede en dus naar een kleine waarde van  $C_2$ ;  $a$  stelt aan deze waarde voor  $L_2$  een bovenste grens, wil de kring aperiodisch blijven, doch er is nog een andere begrenzing.

Zowel de spoel  $L_2$  als de detector  $D$  en vooral het snoer van de telefoon  $T$ , hebben eigen-capaciteit en al werd in het geheel geen capaciteit  $C_2$  toegevoegd, dan had toch de kring een kleine begin-capaciteit van de waarde van ca. 100 cm. Deze kan men wel beperken door bijzondere wikkeling van  $L_2$  en door het kiezen van een detector met weinig eigen-capaciteit, hetgeen door Telefunken ook is gedaan, maar beperken van de telefoon-snoer-capaciteit heeft geen zin, daar zij een nuttige kortsluiting voor de telefoon-impedantie vormt, die anders energie-verterend werkt.

De parasiteerende capaciteit onder de boven bedoelde grens van ca. 100 cm. te beperken, is technisch onmogelijk; is bij voldoende telefoonsnoer-capaciteit deze parasiteerende capaciteit nu zóó groot, dat bij de voor afstemming daarbij behoorende waarde van  $L_2$  ongeveer aperiodiciteit optreedt, dan is een extra condensator  $C_2$  onnoodig en is het derhalve gunstig, de afstemming te doen geschieden door een zoo groot mogelijke waarde van  $L_2$ .

Het is in dat geval het beste, zooals ook Telefunken doet,  $L_2$  door vele aftakkingen trapsgewijze te regelen; bij de groote demping heeft fijner verdeeling geen doel.

Voor het onderhavige geval bij de bedrijfsgolf van 1600 meter zouden voor absolute aperiodiciteit de waarden worden:  $L_2 = \text{ca. } 6,5 \text{ millihenry}$

$$W_d = 15000 \text{ Ohm}$$

Nu is  $W_d$  bij de meeste detectoren kleiner, derhalve is voor absolute aperiodiciteit een kleine extra-condensator  $C_2$  noodig.

Telefunken nam echter voor  $C_2$  een mica-condensator van ca. 5000 cm. met een daarbij behoorende betrekkelijk kleine, maximum spoel-zelfinductie van verre onder 1 millihenry.

Door theoretische overwegingen wordt dus aangetoond, en dit wordt bevestigd door de resultaten van practische onderzoekingen, die door den Sitoebondoleider ten behoeve van de constructie van scheepsontvang-apparaten zijn gedaan, dat de door Telefunken gekozen verhouding onvoordeelig is.

De aperiodische kring is onjuist, d.w.z. onvoordeelig gedimensioneerd. Bij juiste dimensies zouden vooral de zwakkere geluiden veel verbeterd kunnen worden.

Een reden, waarom de condensator  $C_2$  wel eens grooter wordt genomen dan hier is uiteengezet, is het verkrijgen van een selectiviteit voor een bepaalde zendtoon-hoogte. De kring  $C_2 T$  is dan zóó gedimensioneerd, dat de zelfinductie van de telefoon en de capaciteit van den condensator  $C_2$  een eigenslingering hebben van de toonhoogte, hier dus ca. 1000 per seconde. De ontvanger wordt dan iets gevoeliger voor deze toonhoogte dan voor andere.

Hier dient gereleveerd te worden, dat *dit* intusschen *niet* de reden is, waarom Telefunken de capaciteit  $C_2$  noodeloos groot maakte. Vastgesteld werd door den leider van Sitoebondo, dat daartoe  $C_2$  veel te klein is gekozen;  $C_2$  zoude daartoe ca. 0,5 mf moeten zijn.

Het zal aanbeveling verdienen, later de secundaire kringen der stations volgens de hier uiteengezette principes om te wikkelen.

*Telefunken-telefoon.* Deze is tamelijk gevoelig, echter is het membraan niet speciaal voor de gekozen toonhoogte geconstrueerd; al ligt de mechanische resonantie niet ver van 1000 perioden, de wijze van membraanoplegging maakt de gevoeligheid ook voor andere tonen groot; de constructie met oorlappen is voor de tropen minder geschikt, daar ze schimmelen door transpiratie. Het verdient aanbeveling dubbele hoofdtelefonen te beproeven, zooals op Sabang. Ook de telefoonweerstand is slecht aangepast aan den detectorweerstand; deze weerstanden moeten ongeveer even groot zijn (vide bijlage 4).

#### *Telefunken-detectors.*

Verschillende soorten zijn gedurende dit proefjaar in beproeving genomen en wel:

- a. 3 soorten molybdeniet-zilver detectors.
- b. 3 soorten andere contact detectors Type ED: koper op grauwe (silicon) en goudgele (galena) steenen.
- c. 1 soort Schlömilch detectors met potentiometer.

Benevens *niet* van Telefunken en dus buiten de roosteruren:

- d. 1 soort carborundum-staaldetector met potentiometer.

Het resultaat is geweest:

a. Deze voldoen goed bij *krachtig* geluid; alle 3 soorten *ontstellen weinig* door sterke luchtstoringen en eigen zender; voor zwakke ontvang-energiën echter te weinig gevoelig; goede *avond*-detector en afhoor-detector voor de toonregeling, echter overtroffen door de onder *d* genoemde carborundum in stabiliteit en gevoeligheid.

b. De ED-detectors zijn *zeer gevoelig*, echter ontstellen ze licht door mechanisch schudden, sterke luchtstoringen en eigen zender. Te Sitoebondo had men hier last van, vermoedelijk door dat de zender, in vergelijking met de andere stations hier dicht bij het ontvangtoestel stond. De detector moest bij het seinen geheel uit het toestel geschakeld worden door uitdraaien met de hand. Voor zwakke geluiden zijn ze *onovertroffen*. De montage en regeling door Telefunken is bij alle onderzochte constructies zeer primitief. Eigen constructie met practischer stel-mogelijkheden zal voordeel aanbieden. Bij voldoende aantal reserve-detectors en tijd tot instellen, waren de Telefunken ED-detectors echter zeer bevredigend. Zij blijven tamelijk lang bruikbaar, terwijl een klein stukje mineraal, eenige centen kostend, alles is, dat vervangen moet worden. Voor zwakke geluiden en niet te sterke luchtstoringen zijn ze moeilijk te overtreffen, hoewel stelselmatige proeven met andere kristalcombinaties zijn aan te bevelen. Ze blijven langen tijd zeer constant, zoodat bij metingen met het grootste vertrouwen heele series opgenomen konden worden.

c. Te Sitoebondo werden nog proeven genomen met 2 revolver-Schlömilch-cellen en potentiometer d.i. totaal zes Schlömilchs. Deze waren alle *veel minder gevoelig* dan die der vorige categorie en werden door de luchtstoringen zeer snel onbruikbaar. Waar deze cellen duur zijn en niet zoo gemakkelijk zelf te herstellen, moeten ze ten eenen male het onderspit delven t.o.v. de vorige categorie.

*d.* te Sitoebondo werd buiten de proefperiodes langen tijd de proef gedaan met een willekeurig stuk carborundum tusschen twee staalveeren en potentiometer; dit gaf een *absoluut constanten, tamelijk gevoeligen* detector, in gevoeligheid staande tusschen detectoren *a* en *b*, gelijkwaardig aan den *minder gevoeligen c*, echter niet zoo gevoelig als de *beste* van deze categorie. Door het niet ontstellen bij de hardste luchtstoringen is het een puike avonddetector, terwijl voor de meeste dag-energiën de gevoeligheid voldoende is. Groot gemak levert het op, dat men, niet zooals bij de andere contactdetectoren naar een gevoelig punt behoef te zoeken en verder dat de veerdruk zeer sterk en van weinig invloed is.

Voor meetdetector is hij onvergelijkbaar constant.

De meeste contactdetectoren worden geacht te werken volgens twee principes;

*a.* door thermowerking.

*b.* door gelijkrichting.

Het was voor goed inzicht in de verrichte geluidsterkte-metingen noodig, een juiste opvatting van de werking dezer detectoren te hebben.

In afzonderlijke bijlagen zijn onderzoekingen op dit gebied beschreven, en wel:

*a.* door den leider van het Ambon-station. (Bijlage 2);

*b.* door den leider van het Sitoebondo-station. (Bijlage 3); waarnaar hier verwezen wordt.

Als resultaat mag wel aangenomen worden, dat de gebruikte ED detectoren zich binnen zekere grenzen gedroegen als thermo-elementen, voor zooverre de klemspanning ongeveer evenredig was met het kwadraat van den antennestroom. Verder bleek de inwendige weerstand van den thermodetector te veranderen en wel verminderde die vrijwel lineair met den opgedrukten wisselstroom.

Van den ontnomen gelijkstroom was de weerstand onafhankelijk.

#### *2c. De toepassing der z.g. vliegwiel-schakeling.*

Na de critiek op de wijze van energie-overbrenging en de inrichting van den detectorkring blijven een paar zeer belangrijke punten van critiek over en wel op de afstemmiddelen in de antenne zelf, speciaal de z.g. *vliegwiel-schakeling*, benevens het niet gebruiken van een potentiometer bij de ED detectoren.

Deze critieken zijn in bijlagen 1 en 3 behandeld in detail.

#### *Critiek afstemmiddelen.*

Zooals in den aanhef is gezegd, bestaat de antenne, behalve uit den eigenlijken luchtgeleider zelf uit:

*a.* een inrichting tot overbrenging van de energie op den detectorkring (koppelinrichting).

*b.* afstem-inrichting tot afstemming van de antenne op de te ontvangen golfengte.

Deze middelen sub *b* genoemd bestaan in het algemeen uit trapsgewijze- of continueranderlijke capaciteiten en zelfinducties, die dan met de andere elektrische antenne-grootheden de golfengte van de antenne beheerschen.

De meest gebruikelijke combinaties dezer afstemmiddelen (zie fig. 17) zijn:

A. de z. g. *serie schakeling* van zelfinductie en capaciteit in de antenne.

B. de z. g. *zuivere zelfinductie-verlenging*.

C. de z. g. *vliegwiel-* of *parallelschakeling* van zelfinductie en capaciteit in de antenne.

*Schakeling A* is de voordeeligste schakeling voor goflengten liggende onder of iets (tot 30%) boven de eigenslingering van de antenne. Dit is de z.g. „*korte golven*”-schakeling, welke één der beide schakelingen is, die met het Telefunken-toestel kunnen worden gebruikt.

Gewoonlijk (ook bij Telefunken) maakt men de daarbij gebruikte *zelfinductie* trapsgewijze



veranderlijk en de *capaciteit* groot t. o. v. de antenne-capaciteit en continu veranderlijk, terwijl eerstgenoemde zelfinductie tevens dient voor koppeling met den detector en niet grooter wordt genomen dan voor die koppeling noodig is.

Theorie en praktijk toonen toch, dat in dit geval, bij zoo klein mogelijke zelfinductie en grootst mogelijke capaciteit, de stroombuik nog zoo goed als geheel in de spoel  $L_1$  valt, hetgeen van overwegend voordeel is voor een krachtige ontvangwerking, (energie-overdraging op den detector) vooral bij het door Telefunken gehuldigde principe van „oconomische” schakeling.

MARCONI, die in het algemeen meer waarde hecht aan groote afstemscherpte, past deze schakeling ook voor zeer lange golven toe. Verder op zal blijken, dat dit, behalve groote afstemscherpte óók het voordeel medebrenkt, dat de antenne slechts op één golf aanspreekt en niet op 2 of meer, zooals bij de door Telefunken toegepaste, sub C te bespreken vliegwielschakeling voor lange golven.

Bij MARCONI wordt dan een bepaald gedeelte der zelfinductie voor koppeling gebruikt; een daar buiten liggend, trapsgewijze veranderlijk stuk, dient met een continu veranderlijken draai-condensator voor golflengte-instelling. De functies van K en L zijn bij MARCONI gescheiden in tegenstelling met de Telefunken-uitvoering, waar die functies in K zijn vereenigd.

De wijze, waarop deze schakeling door Telefunken is uitgevoerd, biedt geen reden tot critiek.

*Schakeling B* blijkt wat het geluid betreft, de voordeeligste schakeling voor ontvangen van lange golven d. i. langer dan ca.  $1.3 \times$  de eigen slingering.

Ze onderscheidt zich van *A* alleen door het weglaten van den draai-condensator  $C_1$ .

Eisch wordt natuurlijk, dat  $L_1$  continu veranderlijk is (variometer). Deze schakeling heeft als nadeel, dat vooral voor golven, gelegen eenige malen boven de eigen slingering, de dimensies van  $L_1$  nog al groot worden. Dit is vermoedelijk de reden, waarom Telefunken deze schakeling niet toepast, doch de sub C bedoelde vliegwielschakeling, waarbij dezelfde spoelen  $L_1$  als bij schakeling voor „korte golven” nu voor langere kunnen worden gebruikt. Dit is constructief natuurlijk een voordeel.

*Schakeling C. Vliegwielschakeling.* Deze is uit de sub B bedoelde serie-schakeling af te leiden door den navolgenden gedachtengang:

Bij B wordt de verlenging van de golflengte, boven die, beheerscht door de onvermijdelijke koppelspoel K, verkregen door vergrooting van de antenne-zelfinductie, d. i. door serie-schakeling van de zelfinductie  $L_1$ .

Langs een tweeden weg is echter deze verlenging te verkrijgen door vergrooting van de antenne-capaciteit, d. i. door parallel-schakeling van een capaciteit aan de antenne-capaciteit.

Er bestaat echter geen middel om *alleen* dit te bereiken, maar men nadert tot het gewenschte resultaat door een hulp-capaciteit  $C_1$  (vide fig. 17 geval C) parallel aan  $K/L_1$  te schakelen.

Dit komt dan te dichter overeen met een zuivere vergrooting van de antenne-capaciteit, naarmate de *eigen-zelfinductie van de antenne A* dichter tot nul nadert.

Dergelijke antenne's zijn echter niet te bouwen, alle antenne-zelfinductie zoude dan in de spoel (L/K) geconcentreerd moeten zijn.

Bij de proefstations nu, is deze ideaal-toestand verre van bereikt en wel is te:

Koepang en Ambon:  $L_{\text{spoel}} \cong 50\%$  van de  $L_{\text{totaal}}$  bij de bedrijfsgolflengte.

Sitoebondo  $L_{\text{spoel}} \cong 37.5\%$  van  $L_{\text{totaal}}$ .

*Dit verschil tusschen de antenne verhouding voor Sitoebondo eenerzijds en voor de beide andere proefstations anderzijds, is te wijten aan verschillende montage van het verticale antenne-gedeelte, als een gevolg van den onvooroordeeligen torenstand ten opzichte van de werkkamers te Sitoebondo.*

Het is volstrekt niet buitengesloten, dat hieraan voor een groot deel de slechtere ontvangwerking en de betere zendwerking van het Sitoebondo-station in vergelijking met de beide andere stations is te wijten. Bij schakeling B zoude dit onderling verschil veel geringer zijn. Doch ook op de andere stations is de spoel-zelfinductie slechts 50 % van de totaal-zelfinductie der antenne en *mag men dus de eigen zelfinductie der antenne geenszins verwaarloozen.*

Men moet dan de vliegwielschakeling opvatten als een gekoppeld systeem en wel van:

- 1e. het systeem antenne *A*-spoel ( $L_1/K$ )-aarde;
- 2e. den kring ( $L_1/K$ )  $C_1$  welke twee door ( $L_1/K$ ) zijn gekoppeld.

Beide kringen zijn in het algemeen niet in resonantie en tamelijk *vast* gekoppeld.

De leider van Sitoebondo heeft deze zaak theoretisch en practisch onderzocht; het resultaat is in bijlage 1 hieraan toegevoegd.

Tot de volgende conclusie werd gekomen:

- 1e. De vliegwielschakeling reageert in het algemeen op twee golven, waarvan één *iets boven de eigen slingering van den eersten kring ligt, dit is de grootste golflengte*, de bedrijfs-golf, en waarvan de tweede *onder de eigen slingering van den tweeden kring ligt en de kleinste golflengte vormt.*

*Er ontstaat dus een parasiteerende kleine golf, waarop het ontvang-toestel eveneens reageert.* Bij de proefstations lag deze parasiteerende golf, indien de groote golf de bedrijfsgolf was, juist in de buurt van de 600 meter golf. Het gevolg was, dat Sitoebondo, nabij een scheepvaartcentrum en maritieme-basis gelegen, herhaaldelijk en onoverkomelijk werd gestoord, daar de naburige scheepsstations in de bijgolf *veel sterker hoorbaar waren dan het zwakke geluid van Koepang* in de hoofdgolf.

Hoewel deze schakeling, op plaatsen, waar het scheepsverkeer sporadisch is, haar voordeel kan hebben, omdat een roepend schip kan worden gehoord, terwijl men op de groote bedrijfsgolf werkt, zoo is het in het algemeen, ter voorkoming van storingen voordeelig, deze functies te scheiden en over te brengen op twee onafhankelijke ontvangtoestellen, met afzonderlijke bediening, die dan, zonder onderlinge storing, kunnen worden gebruikt.

Dit is de overweging geweest, die geleid heeft tot *invoering van aparte scheeps-ontvangers en afstappen* van het gebruik van de *vliegwielschakeling*.

Trouwens, dat juist *deze* parasiteerende golf ontstond, is zuiver toeval.

Het zal in de toekomst noodig zijn, een grootere bedrijfsgolf te gebruiken waarbij dan de parasiteerende golf afwijkt van de scheepsgolf.

- 2e. De parasiteerende kring ( $L_1/K-C_1$ ) verbruikt bij ontvangst van de groote golf-lengte noodeloos energie waardoor, zooals proefondervindelijk werd bevestigd, het rendement van het ontvangapparaat steeds slechter wordt, naarmate  $C_1$  grooter wordt, en wel zakt het rendement tot 50 % voor *die* waarde van  $C_1$ , waarbij beide kringen ongekoppeld, in resonantie zijn.

Dit is ook in overeenstemming met de theorie; de beide koppelings-golven, waarvan slechts één wordt benut voor de ontvangst, hebben dan nagenoeg gelijke amplitude, de helft van de energie is dus verknoeid. Al werd door den Sitoebondo-leider de proef, zoover als hierboven bedoeld, uit theoretische overwegingen voortgezet, in de practijk zal men niet tot een dergelijke waarde van de capaciteit  $C_1$  gaan; uit de proeven bleek echter duidelijk, dat het verlies bij in de practijk voorkomende waarden van  $C_1$  toch wel 20 % van de ontvangen energie t.o.v. schakeling B wordt.

Verder bleek, dat de werking van de combinatie *bijzonder nadeelig* werd voor die standen van  $C_1$ , waarbij de groote golflengte een *even* veelvoud van de parasiteerende golflengte was, terwijl het verlies verminderde daár, waar de groote golflengte een *oneven* veelvoud van de parasiteerende golflengte was. Ook in het laatste geval bleef echter *verlies over voor de combinatie C t.o.v. de zuivere inductieve verlenging B.*

Hiermede werd weliswaar eensdeels het vermoeden van den Ambon-leider bevestigd, n.l., dat

de ontvangschakeling in *Ambon*, waar de voordeelige oneven verhouding optreedt, gunstiger is dan die te Soetobondo, waar zulks niet het geval is, anderzijds bleek het inzicht van den Sitoebondo-leider juist, dat zelfs in *dit* geval de zuiver-inductieve verlenging (B schakeling) voordeliger is.

Daarbij komt, dat dit dorado uiterst moeilijk is in te stellen en dat men bij geringe verandering in de golflengte van het zendend station gemakkelijk van dit met zorg ingestelde gunstige geval in het ongunstige geval vervalt, waardoor het geheel gecompliceerder wordt dan de B-schakeling.

De vliegwiel-schakeling C is derhalve in het algemeen om beide redenen: 1e parasiteerende golf, die bedrijfsstoring kan medebrengen, 2e *mindere oeconomie, dan bij de schakeling B met zuiver inductieve verlenging*, te *verwerpen* en behalve in uitzonderingsgevallen, waar de paratiseerende golf ten goede kan worden gekeerd, te vervangen door de B-schakeling, hetgeen ook in de toekomst de bedoeling is. Bij de constructie der scheeps-ontvangers is van deze ondervinding reeds ten volle partij getrokken.

Voor bovenbedoelde praktische onderzoeken beleefde referte naar bijlage 3: „Onderzoekingen door den Sitoebondo-leider naar het wezen der vliegwiel-schakeling”.

### C. Aarding van de ontvangantenne.

Gedurende de aanwezigheid en op verzoek van den Telefunken-Ingenieur JÖRGENSEN, werden tusschen de diverse stations proeven gedaan omtrent de aarding van zender en ontvanger in stede van schakeling op het tegengewicht. Werd voor den zender een *merkbaar* voordeel gedemonstreerd, indien met het tegengewicht werd gewerkt, voor de ontvangst bleek directe aarding belangrijk betere resultaten op te leveren.

Het voordeel voor den zender ligt voor de hand.

Door toepassing van een tegengewicht wordt weliswaar de stralingshoogte iets geringer, maar het energieverlies (hoofdzakelijk aardverlies) eveneens, en vermoedelijk in sterkere mate, waardoor het antenne-rendement gelijk blijft of iets stijgt, bij merkbaar geringere zenderdemping. Dit is voor de ontvangst op het tegenstation van voordeel. Bij den ontvanger, die meer dan dubbel zoo zwaar gedempt is als de zender, komt dit dempingsverschil niet zoo zeer in aanmerking en is de grootere stralingshoogte een voordeel.

Deze overweging kan echter moeilijk alleen het groote voordeel van directe ontvangantenne-aarding verklaren, die een verbetering van ca. 100% in het ontvangen geluid bracht. De juiste verklaring van dit verschijnsel is nog niet gevonden tot nu toe, doch de vermelding van dit hoogst belangrijk resultaat is van groote waarde.

## Hoofdstuk VI.

### Onderzoekingen betreffende de transformator-resonnantie.

#### KORTE INHOUD.

A. <i>Algemeen</i> . . . . .	Blz. 75.
B. <i>Transformator-resonnantie voor stations, werkende met lage vonkfrequentie en coherer-schrijftoestel</i> . . . . .	„ 75 t/m. 76.
C. <i>Transformator-resonnantie voor stations, werkende met hooge vonkfrequentie en gehoor-ontvangst</i> . . . . .	„ 76.
D. <i>Essentieel verschil, wat den laadtransformator betreft, tusschen de onder B en C genoemde gevallen. (Transformator-koppeling)</i> . . . . .	„ 77 „ 78.
E. <i>Wat verstaat men bij snelle vonkontlading onder transformator-resonnantie; blijft het noodig die toe te passen evenals bij lage vonkfrequentie? Meeningsverschil dienaangaande tusschen de Telefunken-directie en den Sitoebondo-leider</i> . . . . .	„ 78 „ 79.
F. <i>Conclusies</i> . . . . .	„ 79.

- BIJLAGE 1. Beschouwingen van den *Sitoebondo-leider* betreffende Transformator-resonnantie. (Toeren-resonnantie; toonresonnantie; noodzakelijke verschuiving tusschen beide; hoe meet men deze.)
- „ 2. Onderzoekingen van den *Ambon-leider* naar de *gunstigste bedrijfsverhoudingen*, wat minimum schijnbare primaire energie, maximum luchtdraadenergie en *zuiveren zendtoon* betreft (toonresonnantie.)

## Hoofdstuk VI.

### Onderzoekingen betreffende de transformator-resonnantie.

#### A. Algemeen.

Zooals uit de practijk der nu buiten gebruik geraakte stations met langzame vonken voldoende bekend is, bestaat bij een bepaalden wisselstroom-generator van bepaalde periodiciteit een gunstigste capaciteit-waarde, welke, geschakeld aan de hoogspanningszijde van den inductor of transformator den regelmatigsten vonkovergang geeft, terwijl dan bij constante zend-energie de kleinste schijnbare primaire energie optreedt.

Anderzijds bestaat natuurlijk bij onveranderden transformator of inductor en onveranderde primaire installatie, en bij een bepaalde capaciteit op de hoogspanningsklemmen, een gunstigste periodiciteit van de machine, waarbij dezelfde gunstige bedrijfsstoestand wordt geschapen.

Dezen gunstigsten toestand noemt men *transformator-resonnantie* in analogie met het geval van resonnantie bij een eenvoudigen kring uit zelf-inductie en capaciteit bestaande, waarbij zooals bekend, bij constante zelf-inductie en opgedrukte electromotorische kracht van een bepaalde frequentie, een capaciteitswaarde bestaat, waarvoor de amplitude door opslingering (resonnantie) een maximum wordt, welke door de kringdemping wordt begrensd. Hetzelfde treedt op, indien men zelfinductie en capaciteit constant houdt en de frequentie verandert en wel voor een bepaalde gunstigste frequentie (golflengte), de *resonnantie-frequentie* genaamd.

#### B. Transformator-resonnantie voor stations met lage vonkfrequentie.

Dit principe was zelfs een der hoofdvoorwaarden voor het behoorlijk regelmatig werken der knetter-stations (stations met langzame vonken).

Hierdoor werd het n.l. mogelijk gemaakt, met machines van normale frequenties (50 à 75 perioden) regelmatige ontladingen van een veel geringere periodieke tusschenruimte (10-20 vonken per secunde) voort te brengen, die toen door het overheerschend gebruik van den metaal-vijlser-coherer op het ontvangende station de gunstigste resultaten gaven. Deze coherer toch werkte, in tegenstelling met de tegenwoordige detectoren voor gehoor-ontvangst, op een bepaalde *maximum-amplitude* der trilling, onafhankelijk van het aantal malen per secunde, dat die amplitude werd bereikt. Ten einde derhalve de grootst mogelijke vertewerking met dezelfde primaire energie te bereiken, was het voordeelig, in elke ontlading een zoo groot mogelijke hoeveelheid energie te leggen, d.w.z., bij gegeven zend-energie het aantal ontladingen per secunde zoo klein mogelijk te maken.

Hierdoor ontstond de lage *vonkfrequentie*, waarvoor men slechts door de seinsnelheid aan een onderste grens was gebonden.

Voor het zeker werken van den coherer toch was het noodig, dat op elke punt van het morseschrift twee à drie ontladingen vielen, zoodat, indien daarvan door ongunstige omstandigheden

een enkele ontlading eens eenigszins onregelmatig of minder krachtig inzette, nog altijd per punt wel een goede ontlading overbleef, die den coherer betrouwbaar deed aanslaan. De vereischte seinsnelheid bracht de minimum vonkfrequentie tot ca. 10 à 20 ontladingen per secunde.

### C. Transformator-resonantie voor stations met hooge vonkfrequentie.

Anders werden de verhoudingen, toen de coherer en daarmee de schrijffapparaten geleidelijk verdwenen en de gehoor-ontvangst, eerst op Schlömilch en andere electrolytische cellen, later op mineraal-(contact) detectoren zich meer en meer inburgerde.

Het voordeel van gehoor-ontvangst lag in de grootere gevoeligheid van deze ontvangers, in vergrooting van de werkingssfeer en in grootere onafhankelijkheid van luchtstoringen tengevolge van selectie door het gehoor tusschen de seintekens en de geluiden der lucht-electrische storingen.

Deze gehoorinrichtingen, — vooral die met contactdetectoren, — waren echter minder gevoelig voor de sterkte van elke ontlading op zich zelf, dan wel voor de totaal aankomende energie per tijdseenheid (integreerende detectoren), zoodat de lage vonkfrequentie geen nut meer had. Integendeel, deze werd zelfs minder gewenscht met het oog op het feit, dat de luchtstoringen een geluid produceerden, dat op de seintekens bij geringe vonkfrequenties sprekend geleek, waardoor bovenbedoelde selectie sterk werd bemoeilijkt. Van zelf kwam men daardoor, en wel reeds omstreeks 1908, op de gedachte, de vonkfrequentie te verhoogen en wel diermate, dat selectie tusschen seintekens en luchtstoringen op het gehoor gemakkelijk mogelijk werd.

Met de oude Braun'sche apparatuur gelukt dit echter slechts ten deele, daar de vonkruimte niet snel genoeg ontioniseerde, waardoor de vonkontladingen werden afgewisseld door niet-actieve vlamboog-ontladingen.

Slechts door zeer krachtige vonkventilatie bracht men het tot één vonk per halve periode voor normale wisselstroom-frequentie, d.i. een vonkfrequentie van 100 à 150 per secunde.

Deze vonkfrequentie was echter nog niet voldoende voor de beoogde selectie en slechts de uitvinding der snel ontioniseerende smoorvonkzenders door MARCONI en WIEN hebben een verder opvoeren der vonkfrequentie mogelijk gemaakt.

Waar MARCONI dit smoren mechanisch verkreeg door zijn „rotating-disc“-vonkbrug, waarbij zeer groote omtreksnelheden in den koop genomen moesten worden, was hier om mechanische redenen een grens aan deze vonkfrequentie gesteld (ca. 500 vonken/sec.), een grens welke bij de Wien'sche smoorvonk niet optreedt.

Gebleken is gedurende het proefjaar, dat dit voor het werken door luchtstoringen heen een beslist voordeel is van de Wien'sche smoorvonkbrug, waarmee op onze stations met ca. 1000 ontladingen per secunde gegeven kon worden. Het hooge fluitgeluid onzer stations drong daarbij veel beter door de storingen heen, dan dat van het met nog niet de helft dezer vonkfrequentie werkende station te Balikpapan, dat van een Marconi-smoorzender is voorzien (zie ook Hoofdstuk II). Anderzijds gebiedt echter de eerlijkheid er in verband met het bovenstaande aan te herinneren, dat aanwijzingen bestaan, dat de Marconi-disc-zender voor *grootere energieën* dit nadeel verliest en dan zelfs om andere redenen practisch in het voordeel komt.

Door de geringe demping der lange golven toch, die op stations voor werken op langen afstand moeten worden gebruikt, is het ter voorkoming van over elkaar heenvallen der ontladingsgroepen noodig, de vonkfrequentie te verminderen; Telefunken deed dit dan ook met het oog daarop voor Ambon, waar de demping het geringst is (vooral op de 2300 metergolf). Hierdoor wordt de betere toonselectie voor beide systemen in dezelfde mate, al is het om verschillende redenen, begrensd, terwijl voor grootere energieën om redenen, die buiten het kader van dit betoog vallen, de Wien'sche zender een buitengewoon hooge vonkspanning vereischt, die installatiemoeilijkheden veroorzaakt. Ook de energie-seingeving (onderbreking der energie in het rythme der morsetekens) wordt voor de groote Wien-zenders lastiger dan voor de Marconi-zenders,

die het manipuleeren aan de hoogspanningszijde als gevolg der mechanische smoorvonkwerking op eenvoudige wijze toelaten.

#### D. Essentieel verschil tusschen de onder B en C genoemde gevallen.

Als gevolg van dit essentiele verschil van de vroeger algemeen gebruikte Braun'sche zenders met geringe vonkfrequentie ten opzichte van de moderne, door Telefunken voor de proefstations geleverde Wien'sche smoorvonk-zenders met hooge vonkfrequentie is er nu ook een essentieel verschil in de wijze van opladen der condensator-batterijen bij beide systemen.

Bij alle *moderne muzikale vonkzenders* toch kiest men den generator van een zóó hooge frequentie, dat per halve periode één vonkovergang plaats heeft, terwijl bij de oude *zenders met langzame vonk* de frequentie der machines zóó was gekozen, dat eenige halve periodes (vijf en meer) verliepen, vóór een vonkontlading overging; dit maakte het gebruik van normale wisselstroom-machines mogelijk.

Nu vormt het systeem van generator met smoorspoelen, transformator met eventueele hoogspanningssmoorspoelen en condensator, een gekoppeld systeem met magnetische koppeling door den transformator of inductor (fig. 18).

De kring aan de *hoogspanningszijde* van den transformator, bestaande uit secundaire transformator-wikkeling met eventueele hoogspanningssmoorspoelen en condensatorbatterij, is een kring van bepaalde eigen-slingering en demping, die wordt aangestooten door een opgedrukte ongedempte trilling, afkomstig van de machine. Hierdoor ontstaan in den secundairen kring twee trillingen van frequenties, die afhankelijk zijn van de eigen-slingering van den secundairen kring, de generatorfrequentie en de koppeling tusschen beide kringen.

Wordt de secundaire condensator daarbij aan een ontladvonkbrug gelegd, dan zal bij een bepaalde electromotorische kracht in den primairen kring(dynamo) de spanning aan de klemmen van den hoogspanningscondensator na elke halve periode een hoogere eind-amplitude aannemen, welke amplitude een oneindig groote waarde zoude bereiken, indien de secundaire kring niet door verliezen gedempt was. Afhankelijk van deze demping wordt echter ten slotte voor een bepaalde primaire E. M. K. en koppeling een bepaalde hoogste waarde bereikt; theoretisch eerst na den tijd oneindig, practisch binnen een onderdeel van een secunde. Nu maakte men bij de ouderwetsche, langzame vonkzenders van deze omstandigheid der per halve periode klimmende, secundaire amplitude gebruik. Men stelde de vonklenge n.l. zóó in, dat de opgewekte condensatorspanning na de eerste lading niet groot genoeg was, om den vonkafstand te overbruggen, doch dat integendeel eenige halve perioden moesten voorbijgaan, alvorens de spanning hoog genoeg was opgeslingerd, zoodat eerst dan een vonk overging.

Hiermede was de regelmatigheid van den vonkovergang tevens zeer gediend. De gewone open vonk toch, bleef eenigen tijd na de ontlading door ionisatie geleidend en daar reeds na een halve machine-periode de condensator weder werd opgeladen, was het van belang, dat de amplitude dan nog belangrijk lager was dan de volle inzetspanning, aangezien bij onvoldoende verschil tusschen eerste en eindamplitude, tusschentijdsche vonkontlading, of zelfs boogontlading zoude volgen. De vonk krijgt door dit opslinger-procédé veel langer gelegenheid om te ont-ioniseeren. Nu treden in het algemeen bij dergelijke gekoppelde kringen door samenwerking van de eigen slingingering en de opgedrukte slingingering twee trillingen op. Dit nu zoude aanleiding geven tot onregelmatigen vonkovergang als gevolg van koppelingszwevingen. Slechts voor het geval van *zeer losse* en *zeer vaste* koppeling treedt een enkele trilling op; bij zeer losse koppeling wordt deze vooral beheerscht door de eigen frequentie van den secundairen kring, bij zeer vaste koppeling wordt de werking van de geheele combinatie dezelfde alsof slechts één kring bestond, bestaande uit machine-zelfinductie (plus eventueele smoorspoel) en een schijnbaar capaciteit, die afhankelijk is van de transformatieverhouding van den transformator en de op dezen transformator

secundair (aan de hoogspanningszijde) geschakelde capaciteit, terwijl de schijnbare demping wordt samengesteld uit generator-(eventueel smoorspoel), kabel-, transformator-, en condensator-verliezen.

In tegenstelling met hetgeen voor losse transformatorkoppeling geldt, is dus de slingering in den secundairen kring bij vaste koppeling sterk afhankelijk van de primaire installatie, d.i. bijvoorbeeld ook van de frequentiewisselingen van den generator.

Waar het nu bij deze methode van *langzame* vonken, met het opslinger-principe, zeer aankomt op groote onafhankelijkheid van de primaire installatie ter verkrijging van een zuivere opeenvolging der vonken, werd algemeen de *losse transformatorkoppeling* gekozen.

Hiervoor is ook nog een andere reden. Het principe van de langzame opslingering der energie beteekent, dat per halve periode slechts ca.  $\frac{1}{n}$  deel van de machine-energie op de flesschen wordt overgebracht, indien het in de bedoeling ligt, eerst na  $n$  halve perioden een vonk te doen overgaan. Dit is alleen te bereiken door losse transformator-koppeling. Het rendement behoeft daarbij niet belangrijk achter te staan bij dat met vaste koppeling, daar aan de energie gelegenheid wordt gegeven, zich aan de secundaire zijde langzaam te integreren, zoodat op het oogenblik van den vonkovergang practisch alle energie, die gedurende de laadperiode is geleverd, onder aftrek van energieverpilling, naar de secundaire zijde is overgebracht. Deze energie-verspilling is nu, door het voortdurend heen en weer slingeren der energie, iets grooter dan bij vaste koppeling, doch indien de dempingsoorzaken zoo laag mogelijk worden gehouden, is het rendement van het geheel niet overdreven slecht.

*Bij de moderne muzikale vonkzenders* nu, is van dat opslingeren der energie geen sprake meer, daar men bij de reeds hooge vonkfrequentie, ter wille van het rendement van den generator eerder zoude wenschen, deze van een *lagere* frequentie dan de vonkfrequentie, dan wel van hoogere frequentie dan de vonkfrequentie te bouwen.

Hoog-frequentie-generatoren hebben toch in het algemeen gesproken een slechter rendement, dan die van normale frequentie.

Inderdaad is men er in enkele gevallen toe overgegaan, inplaats van eenige halve periodes per vonk (langzame vonkenstations), eenige vonken per halve periode te nemen, doch de vonktoon wordt daarbij onzuiver en het geven van meer dan 2 à 3 vonken (partieele vonken) per halve periode is ondoenlijk.

Bij goed ontworpen stations zal men dit dan ook achterwege laten en neemt men, ter wille van den zuiveren toon, een enkele ontlading per halve periode.

Waar hierbij van opslingeren geen sprake is, integendeel alle energie van de machine gedurende een halve periode op den condensator moet worden overgebracht, heeft losse transformator-koppeling geen zin en kiest men ter wille van een goed rendement een gewonen technischen transformator. Het ligt nu voor de hand om na te gaan, of het nog noodig is bij deze schakeling met resonantie te werken.

#### **E. Transformator-resonantie bij snelle vonkontlading.**

Een beschouwing hierover lijkt gewenscht, ook in verband met de geïnstalleerde stations waar op een enkele uitzondering na (Koepang) door Telefunken ver buiten resonantie werd geïnstalleerd.

Reeds bij de overneming van het Sabangstation, waar de machine 24 % boven het resonantie-toerental was geïnstalleerd, ontstond hierover meningsverschil tusschen den Gouvernements-overnemings-ingenieur (den lateren Sitoebondoleider) en de Telefunken-Directie, waarbij deze laatste bij geschifte van den Directeur GRAAF v. ARCO aangaf, dat een verschuiving *noodig was*. Men zou die zelfs *zooover* mogelijk willen drijven ten behoeve van een *zuiveren zendtoon*, doch liet dit alleen na omdat bij werken buiten resonantie, de verschuiving tusschen spanning en stroom in de machine toeneemt en de primaire stroomsterkte, om dezelfde energie te leveren, dus tevens zou moeten toenemen, waardoor eensdeels machine, kabels, transformator, enz. ruimer gedimen-



sioneerd zouden moeten worden, anderzijds last wordt verkregen met het seinrelais dat door de grootere te onderbreken stroomsterkte boogt en plakt. De redenen die GRAAF v. ARCO aanvoerde voor de noodzakelijkheid dezer verschuiving werden als onhoudbaar weerlegd. Door den lateren Sitoebondoleider, wiens repliek door GRAAF v. ARCO niet werd weerlegd en derhalve werd aanvaard, werd dit vraagstuk theoretisch verder uitgewerkt. Daarbij werden de volgende conclusies gesteld:

#### F. Conclusies.

1e. Ook bij de snelle vonken met één vonk per halve periode, is èn voor goeden toon, èn voor minimum schijnbare primaire energie (d. i. minimum verschuiving en minimum primaire stroom), *werken in resonantie* noodzakelijk.

2e. Toegegeven werd evenwel door den lateren Sitoebondoleider, dat de uitkomsten van de *meetmethode van het resonantiepunt*, waarbij de zender vonkloos blijft, en de eindtoestand wordt bereikt, die door Telefunken toeren-resonantie wordt genoemd, bij nader inzicht *niet* onveranderd mag worden toegepast op den bedrijfsstoestand, waarbij één vonkovergang per halve periode plaats heeft en dus de eindtoestand niet kan worden bereikt (Telefunken noemt de resonantie bij vonkovergang *toon-resonantie*).

3e. Wil men de uitkomsten der *vonkloos* genomen meting (toerenresonantie) toepassen op het bedrijfsgeval van één vonkovergang per halve periode (toonresonantie) dan moet men een *bepaalde* geringe verschuiving toepassen, (van 4—8%, afhankelijk van de kringdemping) die geenszins, zooals door Telefunken werd beweerd, zoo groot mogelijk moet zijn, doch een bepaalde waarde heeft, afhankelijk van de demping van het systeem machine-transformator-condensator-batterij. Wordt gedurende het seinen het toerental *lager* of *hooger* dan het toonresonantie-tal, dan treedt verschuiving op tusschen stroom en E. M. K. en krijgt men een minder *zuiveren* toon; wordt de verschuiving overdreven dan bleek zelfs verhitting der vonkbrug op te treden.

4e. Bij *langzamere* vonken d. i. één vonkovergang eerst na meer dan één halve periode, wordt deze verschuiving tusschen toon- en toerenresonantie steeds kleiner, van daar dat die, voor langzame vonken met één vonk op vele halve perioden, te verwaarloozen klein werd en niet werd toegepast.

*In Bijl. 1 van den Sitoebondoleider* is aangegeven, hoe deze toeren- en toonresonantie wordt bepaald en hoe groot de *verschuiving* tusschen beide moet zijn.

*In Bijl. 2 van den Ambonleider*, die een serie waarnemingen deed bij verschillende verschuivingen t.o.v. de toon-resonantie, (ten behoeve van het verwisselen van den Ambon-transformator) blijkt de *theoretische afleiding* van den *Sitoebondoleider* *volkomen bevestigd* te worden; resonantie blijft dus èn om redenen van goeden toon èn om te werken met minimum primairen stroom, ook bij de halfperiode-vonkontlading, een eisch.

#### De Plaatselijke Leiders:

- |                |                                                                                                                                           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| te SITOEBONDO: | <i>De Ingenieur b/d. Gouv. Post-, Telegraaf- en Telefoondienst:</i><br>C. J. DE GROOT.                                                    |
| te KOEPANG:    | <i>De toenmalige Luit. t Zee 2e kl. Kon. Marine, thans Ingenieur b/d. Gouv. Post-, Telegraaf- en Telefoondienst,</i><br>G. C. HOLTZAPPEL. |
| te AMBON:      | <i>De Luit. t Zee 2e kl. Kon. Marine, (thans 1e kl.),</i><br>J. A. BROUWER.                                                               |

BIJLAGEN TOT HET VERSLAG.

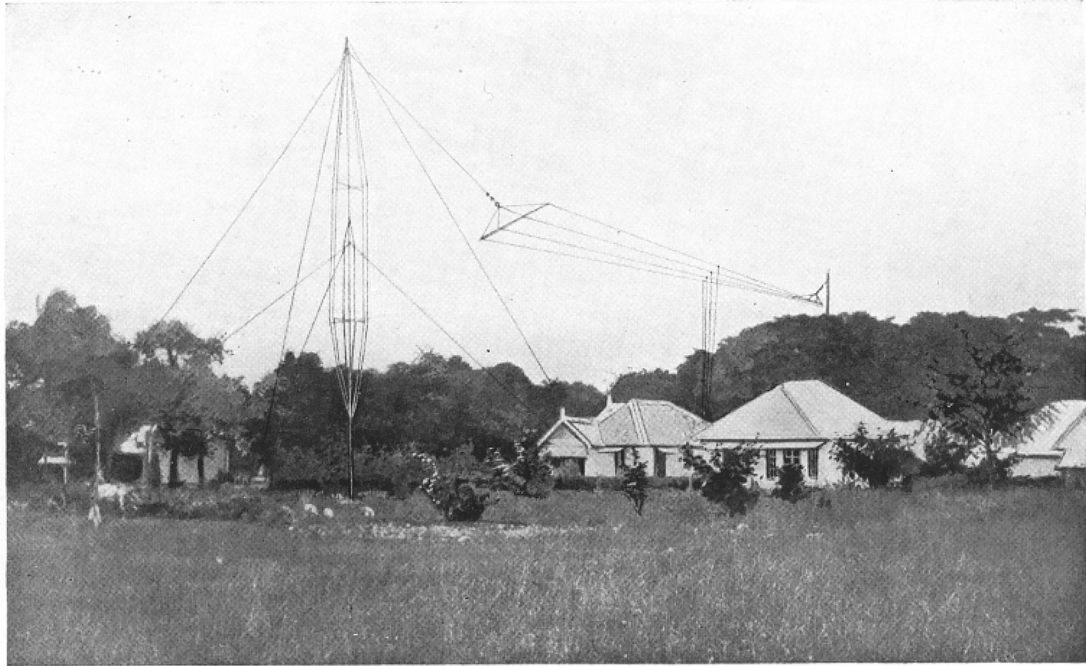
# BIJLAGEN TOT HET VERSLAG

over de gedurende het PROEFJAAR verrichte

## Technisch-Wetenschappelijke Onderzoekingen.

### INHOUD :

HOOFDSTUK.	BIJLAGE.	BIJDRAGE VAN	ONDERWERP.
I.	1.	—	Beschrijving meetstation.
I.	2.	Sitoebondo-leider.	Absorptie.
II.	1.	Koepang-leider.	Luchtstoringen.
II.	2.	Sitoebondo-leider.	id.
V.	1.	Sitoebondo-leider.	Vliegwielschakeling.
V.	2.	Ambon-leider.	Detector eigenschappen.
V.	3.	Sitoebondo-leider.	id.
V.	4.	Sitoebondo-leider.	Telefoongevoeligheid.
VI.	1.	Sitoebondo-leider.	Transformator-resonantie.
VI.	2.	Ambon-leider.	id.



PERMANENT STRALINGS-MEETSTATION TE SITEOBONDO (STAD).

# Hoofdstuk I.

## BIJLAGE 1.

---

### Permanent Stralings-meetstation te SITOEBONDO (stad).

---

#### KORTE BESCHRIJVING.

Afstand tot het zendend station (Proefstation Sitoebondo—Landangan): ca. 10 KM. weinig begroeid vlak land.

*Antenne:* T-Antenne uit 4 draden bimetaal (staal met koperhuid) van 2 mM. Ø.  
Onderlinge afstand der draden 2 Meter.  
Lengte (horizontaal) der antenne 75 Meter.  
Hoogte (verticaal) der antenne 28 Meter.

*Ophanging* 2 stalen buismasten van aarde geïsoleerd opgesteld, hoogte elk ca. 31 Meter.

*Aarde:* Uitgebreid aardnet uit droog ingegraven verzinkt ijzerdraad No. 8 met eenige rood koperplaten waarvan 3 in onder de antenne zich bevindende putten. Aan dit aardnet zijn de ijzeren hekken der onder de antenne liggende dienstwoningen tevens aangesloten.

*Localiteit.* Kamer in een der dienstwoningen, juist midden onder de antenne gelegen.

*Inwendige Inrichting:* Gehoor-ontvangtoestel, benevens *quantitatieve ontvanginrichting* ten behoeve der stralingsmetingen (Barretter-detector met spiegel- en naaldgalvanometer) zoowel voor aperiodische als afgestemde ontvangst.

Meetstation en zendstation zijn telefonisch verbonden.

---

# Hoofdstuk I.

## BIJLAGE 2.

Bijdrage van den Sitoebondo-leider betreffende de energie-overdraging  
tusschen zendend en ontvangend station.

### ABSORPTIE.

#### KORTE INHOUD.

Korte samenvatting van de in <i>Hoofdstuk I</i> geconstateerde feiten, waarop de hypothese van den <i>Sitoebondo-leider</i> is gebouwd. Bespreking van SOMMERFELD's theorie over de drie energie-transport-componenten . . . . .	Blz. 89 t/m. 90.
<i>Zekere</i> bewijzen voor de meening dat <i>voor onze verbindingen</i> slechts de ruimte-component werkt . . . . .	" 90 " 91.
I. <i>Bewijs</i> dat 's nachts de <i>ruimtestraal</i> niet merkbaar buigt . . . . .	" 91.
II. Des daags is buiging mogelijk met een kromtestraal van <i>minder dan 2650 KM.</i>	" 92.
III. Behalve op zeer <i>korten afstand</i> wordt 's nachts de verbinding tot stand gebracht door ruimtestralen, die minstens éénmaal tegen een hoogere laag zijn gereflecteerd. Ongedurigheid van het nachtgeluid. . . . .	" 92 " 95.
Bewijs voor het bestaan van de laag van Heaviside . . . . .	" 95.
IV. 's Nachts is de <i>eigenlijke absorptie</i> gering, daags vele malen grooter; het <i>verschil in de wijze van energie-overbrenging gedurende dag en nacht is echter, hiervan afgezien, principieel.</i> . . . . .	" 95 " 96.
V. Daags heeft golflengte grooten invloed, 's nachts niet . . . . .	" 96.
<i>Dagverbinding</i> , algemeene waarheden . . . . .	" 96 " 97.
VI. <i>Optreden der absorptie-dalen. Theorie van den Sitoebondo-leider</i> . . . . .	" 97 " 103.
Het vermoedelijk <i>waarom</i> van het optreden der dalen . . . . .	" 103 " 104.
Korte samenvatting . . . . .	" 104.

# Hoofdstuk I.

## BIJLAGE 2.

### Bijdrage van den Sitoebondo-leider betreffende de energie-overbrenging tusschen zendend en ontvangend station.

#### ABSORPTIE.

In *Hoofdstuk I* blz. 11 t/m 12 (gemeenschappelijk) is uiteengezet en door *meetresultaten* gestaafd, dat de *veranderlijkheid in de energie-overbrenging* tusschen *zender* en *ontvanger* (gewoonlijk *absorptieverandering* genoemd) niet het gevolg is van lokale invloeden aan, of nabij den zender of den ontvanger, doch dat het *medium* tusschen beide stations als oorzaak van het verschijnsel moet worden aangemerkt.

Dit medium toch zoude *dan alleen* een verlieslooze energie-overdrager kunnen zijn, indien het òf een absolute geleider, òf een absolute *niet* geleider ware.

Nu leert SOMMERFELD's theorie ons, dat we bij de energie-overbrenging met *drie* media hebben rekening te houden (zie Hoofdstuk I blz. 19 t/m 20) en wel:

- 1e. de lucht, waarin een *ruimte-golf* zich moet bewegen;
- 2e. het scheidingsvlak tusschen lucht en aardoppervlak, dat, als geleider, een *oppervlakte-golf* kan overbrengen op dezelfde wijze als een metalen geleider zulks doet;
- 3e. de aarde, waarin zich een *ruimte-golf* voortplant.

SOMMERFELD wil ons nu door berekening doen gelooven, dat voor eenigszins belangrijke afstanden en *niet te kleine golflengten* de *2e categorie* overheerscht, daar behalve door grootere demping, een factor die vooral voor de derde categorie in het oog springt, door de uitbreiding in *drie* dimensies de energie der *ruimte-golven* met den afstand kwadratisch afneemt in tegenstelling met de door SOMMERFELD onderstelde *oppervlakte-golf*, die door uitbreiding in *twee* dimensies slechts een energie-verandering ondergaat, evenredig met den toenemenden afstand.

Op bladzijde 20 Hoofdstuk I zijn de verwaarloozingen besproken, die SOMMERFELD heeft ingevoerd bij zijn afleiding en ik ben zoo vrij met Professor ECCLES te veronderstellen, dat daardoor in de practijk het beeld geheel anders is dan volgens SOMMERFELD's theorie, speciaal voor onze golflengten en afstanden, welke toch geen van beide extrême klein zijn.

Volgens de SOMMERFELD-theorie zoude alleen gedurende den nacht de *luchtruimte-golf* een eenigszins belangrijk aandeel in de energie-overbrenging kunnen krijgen en wel doordat alsdan de absorptie schijnt weg te vallen voor deze luchtruimte-golf, en reflectie tegen hogere, geleidende lagen, die 's nachts door het wegvallen van de absorptie kunnen worden bereikt,

mogelijk schijnt te worden, waardoor óók de *ruimte*golf slechts evenredig met den afstand in energie zou afnemen.

Deze medewerking van de luchtruimte-golf zoude dan het aanzwellen van het nachtgeluid boven het daggeluid verklaren.

Onder oogen moet worden gezien, dat de *oppervlakte*-golf, vooral bij verkeer over zee, moeilijk aan *sterk schommelende* absorptie kan onderhevig zijn. Het scheidingsvlak kan door zonbestraling, temperatuursverandering, of iets sterkere verdamping bezwaarlijk geacht worden, in zijn electriche eigenschappen belangrijke veranderingen te ondergaan. Als bevestiging voor SOMMERFELD's theorie werd dan ook beschouwd het vermeende feit, op grond van waarnemingen in gematigde gewesten aangenomen, dat het geluid des daags *constant bleef*. De groote veranderlijkheid 's nachts en het dan optredende sterkere geluid schreef men toe aan de *alsdan* optredende tweede component, den lucht-*ruimte*-straal; de grilligheid van het geluid aan de min of meer zuivere reflectie.

Nu mogen hier eenige feiten worden aangevoerd, die er *met zekerheid* op wijzen, dat voor onze verbindingen althans, en zelfs ook voor die met Balikpapan (met dubbel zoo groote golf en iets grootere afstanden werkend dan wij) de *ruimte*golf overheerscht en wel:

Hier in de tropen, met groote zonshoogten, is de geluidsterkte helaas des daags geenszins constant, doch zij wisselt vooral zeer sterk in die jaargetijden waarin de zon groote hoogten bereikt. Zien we daarbij van de kortste verbinding n.l. *Koepang-Ambon* af, dan treden op alle verbindingen *midden op den dag*, van 10—2 uur waren tijd b.v., geluidverminderingen op tot *onhoorbaar wordens* toe, waarnaast een half uur later zeer goede, krachtige daggeluiden aanwezig zijn.

Waar de oppervlaktegolf als functie van de zonshoogte niet zoo sterk *kan* veranderen vooral niet omdat de zonshoogte op die uren vrijwel constant is, moet de *ruimte*-component hier de grillige factor zijn en waar het geluid tot *nul* zakt op sommige oogenblikken, moet de *oppervlakte*-component practisch nul zijn, aangezien anders op de oogenblikken gedurende welke de *ruimte*golf zoozeer verzwakt optreedt, de *oppervlakte*golf nog zoude moeten overblijven.

Wel is waar zou de resultante ook *nul* worden, wanneer beide componenten gelijk sterk en tegenovergesteld in phase waren, zoodat interferentie tusschen *ruimte*- en *oppervlakte*-golf zoude kunnen intreden, doch dit is bij gedempte golven, met rustpauzen tusschen de groepen, niet wel aannemelijk, daar behalve even groote en tegengestelde amplitude ook een samenvallen van de *beginpunten der groepen* zou moeten aanwezig zijn.

Nu zou men geneigd kunnen zijn, de belangrijke elders *niet* geconstateerde geluidsterkteverandering (daags) wellicht op rekening van gevoeligheidsverandering van de detectoren te schuiven. Deze verklaring mag echter veilig ter zijde worden gesteld.

Een enkele blik op fig. 3, 4 en 5 (gemeenschappelijk gedeelte) die de maandgemiddelden van het geluid weergeven gedurende het proefjaar op de diverse verbindingen, doet immers reeds zien, dat de veranderingen daartoe te *stelselmatig* optreden en voor elke verbinding gewoonlijk voor beide richtingen te zeer analoog verlopen, al is soms eenige verschuiving in tijd waar te nemen.

Bovendien valt te wijzen op een bepaald geval, waaruit blijkt, dat de oppervlaktegolf, zelfs op kortere afstanden, van geen groote beteekenis *kan* zijn in vergelijking met de ruimtegolf.

Het betreft hier *geen* verbinding tusschen de proefstations onderling doch tusschen het proefstation Ambon en Hr. Ms. pantserschip Tromp, dat op slechts 150 KM. van het station te Ambon in een baai op de Noordkust van het eiland Ceram was gelegen.

Hierbij deed zich het curieuse geval voor, dat beide stations daags een vrij goede verbinding hadden en 's nachts *niet*; een verhouding dus juist andersom dan gewoonlijk. Dit geval staat niet alleen doch uit de literatuur zijn meer dergelijke gevallen bekend, waarbij



steeds hoofdzak is, dat een of beide stations bergland in de nabijheid hebben in de lijn der verbindingsbaan.

Dit geval deed zich nu tusschen de Tromp en Ambon eveneens voor. Hoewel het middenstuk van het traject over een afstand van ca. 90 KM. vrije zee is (dus 60 % van het traject) wordt het *Ambonstation* beschadwd door een heuvel (Tjot Nonna) van slechts 530 meter hoogte op 17 KM. van het station gelegen, een hindernis dus van nog geen 2° elevatie, terwijl de *Tromp* werd beschadwd door een heuvelketen van 830 meter op ca. 20 KM. afstand, een hindernis van nog geen 2½°.

Niettegenstaande deze schijnbaar onbelangrijke hindernissen bereikten 's nachts de ruimtestralen het tegenstation *niet*, waren althans niet hoorbaar.

Doch ook de *Sommerfeldsche oppervlaktegolf* was blijkbaar niet in staat deze korte verbinding 's nachts te bewerken. Nu lag er wel land, zelfs heuvelland (echter zwak glooiend tot onbeduidende hoogte in verhouding tot den afstand) over 40% van het traject tusschen beide stations, doch waar nu het station te Ambon *aan* zee lag en de Tromp *in* zee, daar moesten oppervlaktegolven, geleid door het zeewater als een stroom door een geleider, den omweg *om* het land kiezen indien het eiland zelf te veel weerstand bood; de afstand langs den kortsten weg overzee was slechts 300 KM., zoodat zeker 's nachts communicatie zoude moeten zijn verkregen indien de oppervlaktegolf de voornaamste energie-overdrager ware. Het tusschenliggende land toch is voor deze oppervlaktegolven als een vrijwel isoleerende plek in een geleidend blad koper te beschouwen, in het ernstigste geval als een gat. De stroomlijnen echter buigen zich in zoo'n geval om deze hindernis heen en dit zoude men bij oppervlaktegolven over zee ook mogen verwachten.

Het markante in het geval is echter, dat overdag *wel* verbinding werd verkregen.

Men kan moeilijk aannemen dat, in strijd met de algemeene ervaring, de oppervlaktegolf des daags uit het niet zoude ontstaan zijn of worden versterkt. Verbindingen die het meest in de termen vallen om met *Sommerfeld's* oppervlaktegolf te werken, n.l. tusschen Transatlantische stations op grooten onderlingen afstand van elkaar en werkende met groote golflengte, vertoonen toch een *tegenovergestelde* neiging.

Men moet dus aannemen, dat des daags de *oppervlaktegolf* in dit geval evenmin het verbindingsmiddel was als 's nachts.

We staan hier dus voor het feit, dat de *luchtruimtegolf* uitsluitend de energieoverdrager is. Daarbij is, ten spot met alle bestaande theoriën over absorptie, op den dag de *verbinding* tamelijk goed, terwijl de *nachtverbinding* ontbreekt.

Dit geval toont ten duidelijkste aan, dat niet alleen grootere of kleinere absorptie, dat is verschil in *energie-verlies* in het medium, het verschil uitmaakt tusschen *dag* en *nacht*; immers in normale gevallen, zonder tusschenliggende bergen, is de nachtverbinding steeds *beter dan de dagverbinding*, waaruit volgt dat des daags de grootste absorptie optreedt. Derhalve moet een *principieel* verschil bestaan in de *wijze van energie-overbrenging* des daags tegenover die gedurende den nacht; een verschil dat door dit speciale voorbeeld sprekend uitkomt.

Hierbij zij gereleveerd, dat oorlogsschepen *in* de Ambonbaai liggend op slechts een paar kilometer van dezelfde Tjot Nonna (530 meter hoog) d.i. onder eene elevatie van ca. 2°, wèl over *dezen zelfden berg* heen goede *nachtverbinding* hadden met Koepang op 860 K.M. zoodat hieruit blijkt, dat dit verschijnsel (gebrek aan nachtverbinding) slechts optreedt voor kleinere afstanden.

Hiervoor wordt verderop een verklaring gegeven.

Slaan we fig. 19 op, waar de bedoelde verbinding *Ambon—Tromp* op 1/2.000.000 der ware verhoudingen is geteekend, dan blijkt, dat een *ruimtestraal* welke verplicht is door de terreinformatie te Amboina, onder een hoek  $\alpha = \text{ca. } 2^\circ$  elevatie uit te gaan, blijkbaar 's nachts niet zooveel gebogen wordt, dat die de Tromp, achter den berg van 830 meter, bereikt. Daags is dit blijkbaar *wel* het geval.

Als eerste waarheid blijkt derhalve:

I. Een *ruimtestraal* buigt zich 's nachts in de lagere luchtlagen niet in die mate, dat ze beide stations verbindt, waartoe de baan een kromtestraal zou moeten hebben van kleiner dan 2650 K.M.; 's nachts zijn dus de ruimtestralen *practisch recht*, vooral in de lagere lagen.

II. *Daags* is blijkbaar deze *buiging* mogelijk, daar het de *eenige* verklaring is voor de tot stand gekomen dagverbinding.

We zien dus, dat de *daags* onder een elevatie uitgaande *ruimtestralen* de aarde weer bereiken, dus sterker buigen dan de aardkorst, een bewijs waarnaar men lang heeft gezocht en dat hier te onomstootelijker is, omdat als gevolg van het niet voorhanden zijn van nachtverbinding, oppervlaktegolven *practisch* zijn buitengesloten.

Nu doet zich direct de vraag voor: Waar blijven 's nachts de rechte ruimtestralen, nadat ze de antenne concentrisch hebben verlaten als lichtstralen uitgezonden door een lichtend punt?

Daar ze weinig of niet buigen, komen ze niet uit eigen beweging op de aarde terug, doch zouden die voor altijd moeten verlaten en in het heelal uittreden, of in den dampkring geabsorbeerd moeten worden.

Nu zoude dit laatste zonder meer waarschijnlijk zijn, daar de luchtdruk op grootere hoogte afneemt en dus het *geleidingsvermogen der lucht toeneemt*, zoodat de energie in de geleidende lagen zou worden verteerd. Echter meenen diverse onderzoekers ter verklaring van geconstateerde natuurverschijnselen als Noorderlicht en aardmagnetisme een scherp afgeteckende laag in hogere sferen, ca. 180 K.M. hoog, te moeten aannemen (laag van Heaviside) waar het *geleidend vermogen* plotseling van *vrij gebrekkig, zeer goed* wordt.

Dit is op zichzelf niet vreemd; dezelfde plotselinge sprongen in de geleidende eigenschappen van gassen bij een zeer geringe drukverandering, zijn ook uit het laboratorium bekend (RÖNTGEN-huizen-techniek b.v.); wordt zulk een scherp begrensde laag nu door stralen getroffen, dan worden die, zooals de lichtstralen bij het overgaan in een medium van andere dichtheid, gebroken, gereflecteerd of gedeeltelijk gebroken en gereflecteerd al naar den invalshoek en de dichtheidsverhouding der media.

Fig. 20 geeft hiervan een goed beeld. Wij zien die stralen, welke bijna loodrecht op het scheidingsvlak tusschen twee media van verschillende dichtheid vallen, gebroken doorgaan; wordt de invalshoek flauwer, dan gaat nog wel het grootste gedeelte in het andere medium gebroken over, een deel wordt echter in het oorspronkelijke medium terug gereflecteerd. Valt de straal nog flauwer in, dan wordt ze geheel in het oorspronkelijke medium terug gereflecteerd (totale reflectie).

Iets dergelijks moet nu ook 's nachts met elektrische stralen geschieden, die de aarde verlaten en het geleidende, aan de aarde concentrische bovenvlak treffen; anders was het, bij boven bewezen gebrek aan buigende eigenschappen der nachtstralen, *onmogelijk* rondom de aardkromming heen, de lange afstanden te overbruggen, die juist zoo specifiek het werken des nachts eigen zijn.

III. *Behalve in de onmiddellijke omgeving van het station mag men derhalve veilig aannemen, dat 's nachts geen straal een tegenstation treft, welke niet eerst tegen een bovenlaag is gereflecteerd.*

Dit verklaart ook de ongedurigheid van het nachtgeluid, onafhankelijk van den afstand, behalve op enkele tientallen kilometers (meetstation).

De bovenspiegel toch, moet in een voortdurenden toestand van elektrische ongedurigheid verkeeren, hetgeen ook tot verklaring der luchtstoringen en van het aardmagnetisme moet worden aangenomen.

De vraag rijst nu, of in het geval van de meergenoemde verbinding tusschen Ambon en de Tromp, geen gereflecteerde stralen de nachtverbinding hadden kunnen tot stand brengen.

Fig. 19 die de verhoudingen *op schaal* weergeeft, doet zien, dat daar inderdaad *weinig kans op is*. Wil toch een straal tegen de op 180 KM. hoogte gelegen laag zóó gereflecteerd worden, dat ze van Ambon uitgaande de Tromp treft, dan moet ze onder een *zeer belangrijke* elevatie (ca.  $67\frac{1}{2}^\circ$ ) de aarde verlaten en treft dan bijna loodrecht de spiegelende laag. Nu heeft bij dezen invalshoek de invallende straal de meeste kans om *gebroken* in het hoogerliggende, ijlere medium over te gaan en daar ten slotte verloren te gaan. Doch al wordt de straal *geheel of ten deele* gereflecteerd, dan is de *opgewekte* energie in de ontvangantenne uiterst gering en wel om de volgende reden:

Ze gedraagt zich als het ware als de lijnvormige verticale gloeidraad van de electriche lamp, die *loodrecht* op de asrichting van den draad een sterkste verlichting geeft, echter *in* de asrichting geen licht geeft.

Deze spherische „lichtverdeling” van de Ambon-antenne is nu eenvoudigheidshalve op de teekening door een halven cirkel in diagram gebracht. Horizontaal straalt de antenne het krachtigst; verticaal in het geheel niet.

De voor de Tromp bestemde straal gaat onder ca.  $67\frac{1}{2}^\circ$  elevatie uit, in welke richting de straling zeer gering is.

Van het kleine gedeelte, dat *wellicht* door de bovenlaag wordt gereflecteerd, komt nu wederom een *zeer klein* gedeelte aan de ontvangst op de Tromp ten goede, daar die straal ook daar weer onder groote elevatie invalt.

Een dergelijke straal induceert in de verticale ontvangantenne slechts een zeer geringe E.M.K. vergeleken met een horizontaal invallenden straal. Uit de teekening is gemakkelijk te zien, dat al reflecteerde de bovenlaag *alles*, de door dezen gereflecteerden straal opgewekte E.M.K. slechts een paar procent kan bedragen van die, opgewekt door een directen horizontalen straal, welke de verbinding zoude bewerkstelligen, indien de bergen niet aanwezig waren; de grootere weg, dien de gereflecteerde straal aflegt, is hierbij reeds in rekening gebracht. Het is dus geen wonder, dat al deed de reflecteerende laag haar dienst ten volle, de verbinding tusschen de Tromp en Ambon niet tot stand werd gebracht.

Dit geval is dus een sterke aanwijzing voor de geheele of gedeeltelijke juistheid van de hypothesen van vorschers als b.v. Professor ECCLES, die beweren dat de energie-overbrenging voornamelijk berust op *vrije ruimtestraling* en wel: *'s nachts* door naar de aarde terug *gereflecteerde* stralen; *daags* door naar de aarde terug *gebogen* stralen, het laatste met meer energie-verlies gepaard gaande dan het eerste.

Dat een oorlogsschip vlak *achter dezelfde Ambonbergen wél* nachtverbinding kreeg met het verder verwijderde station *Koepang* is, in het licht van bovenstaande, volkomen duidelijk. De straal, die door reflectie tegen de bovenlaag (hoog 180 KM.) *Koepang* moet bereiken op 860 KM., verlaat de aarde onder een elevatie van slechts  $23^\circ$ ; cenerzijds voldoende om over de dichtbij gelegen bergen heen te gaan, anderzijds zooals fig. 19 aantoon, met een amplitude die niet veel kleiner is, dan de maximale van den horizontalen straal en veel grooter dan die van den straal onder  $67\frac{1}{2}^\circ$  voor de verbinding *Ambon—Tromp*. Verder is door de kleinere uitgangselevatie de kans op totale reflectie tegen de bovenlaag grooter en valt de straal onder gunstiger hoek op de verticale ontvangantenne te *Koepang*.

Beschouwen we nu nader fig. 19, die een groot gedeelte van den aardomtrek voorstelt met, op schaal, de 180 KM. hooge laag er omheen geteekend en veronderstellen we *den zender* in het punt Z met een verticale antenne uitgerust, waarvan het stralingsdiagram in verband met de elevaties door den halven cirkel 1, 2, 3, 4, 5 is aangegeven, dan zien we direct als merkwaardig gevolg dezer reflectie-theorie, dat tot een afstand van ca. 3000 KM. de ontvangst *'s nachts* eerder *beter wordt*, dan slechter, met *toenemenden* afstand.

Immers alle ontvangstations, behalve die, welke zoo dicht bij den zender zijn gelegen,

dat de horizontale straling 1 ze direct kan bereiken (meetstation b.v.), moeten door *gereflecteerde* stralen worden getroffen en die vallen des te *steiler* op de bovenlaag in, naarmate de afstand kleiner is (vergelijk straal 4—4' met 1—1').

Zooals reeds werd betoogd, en zooals is aangegeven door het stralingsdiagram der verticale antenne, zijn deze steilere stralen voor de overdraging *zeer onvoordeelig*, waarbij nog de mogelijkheid komt, dat ze slechts ten *deele*, of in het *geheel niet* gereflecteerd worden door de hoogere laag. Als men dit bedenkt, behoeft het dan ook geen *verwondering* te baren, dat deze nadeelen der steile stralen grooter blijken, dan het *voordeel* van den korteren weg, dien ze moeten afleggen. Zoo bleek dan ook in de practijk de afstand *Ambon-Tromp*, (150 K.M.) 's nachts niet te overbruggen door een gereflecteerden straal, *Koepang-Ambon* (860 K.M.) (zie fig. 19) 's nachts *moeilijker* te overbruggen dan de langere verbinding *Sitoebondo-Koepang* (1100 K.M.) die ook gewoonlijk weer slechter was dan de nog langere afstand *Sitoebondo-Ambon*, (1600 K.M.) zoodat dikwijls telegrammen van *Ambon* voor *Koepang* bestemd en omgekeerd 's nachts *niet* over het rechtstreeksche korte traject van 860 K.M. doch over de twee lange trajecten *Ambon-Sitoebondo* en *Sitoebondo-Koepang* moesten worden overgeseind.

Vergelijken wij nu deze feiten met de resultaten der dagverbinding. Des daags blijkt zeer geprononceerd de deugdelijkheid der verbindingen de *omgekeerde volgorde* te vertoonen; de korte verbinding *Ambon-Koepang* is n.l. tamelijk voldoende, met daggeluiden van dikwijls onder 8 parallel-OHM, en nooit slechter dan 40 p. o.; de langste verbinding *Sitoebondo-Ambon* is geheel onbetrouwbaar, nooit *beter* dan 40—100 p. o., gewoonlijk onhoorbaar.

We zien dus, dat overeenkomstig mijn bewering het verschil tusschen dag- en nachtverbinding niet louter quantitatief was (grootere of kleinere absorptie), doch dat de *overdragingswijzen* ook *in wezen* geheel verschillen.

Zoo bleek ook de verbinding *Sabang-Koepang* (3600 K.M. fig. 19) des nachts geenszins minder goed, maar eerder beter, dan *Sabang-Sitoebondo* (2630 K.M.) niettegenstaande den grooteren afstand.

Ligt nu werkelijk de 's nachts werkzame reflecteerende laag op ca. 180 K.M. hoogte, dan blijkt uit de teekening, dat we bij 3000 K.M. aan een markant punt zijn gekomen. Alle van Z uitgaande stralen toch *behalve* straal 1' vallen onder schuine richting op de aarde terug (2', 3', 4') en gewoonlijk zullen ze van daaruit wel niet wederom omhoog gereflecteerd worden en zelfs al gebeurde dit, dan zou eerst na herhaalde reflectie tegen de hoogere laag de straal een verder verwijderd station kunnen treffen.

De zoo drie of meer maal gereflecteerde straal, zal wel niet krachtig genoeg meer zijn voor eenige behoorlijke verbinding.

Anders is het met straal 1. Deze, de meest krachtige uit den geheelen bundel, daar hij bij Z horizontaal uitgaat, raakt bij 1<sup>1</sup> (O<sup>1</sup>) de aarde en belandt na door deze gereflecteerd te zijn op ca. 4500 K.M. wederom de 180 K.M. laag, om bij O<sub>2</sub> (6000 K.M.) de aarde weer te bereiken. Hier mag men dus weer een sterk geluid verwachten, terwijl in de buurt van ca. 4500 K.M. niet anders dan minstens drievoudig gereflecteerde, dus zeer verzwakte stralen kunnen aankomen. Deze veronderstellingen worden nu werkelijk door de practijk gestaafd.

#### *Nachtverbinding.*

In de eerste plaats zijn de teekens van het station *Sabang nooit* te *Ambon* gehoord (3850 K.M.) (zie fig. 19) die van *Ambon* slechts een enkele maal te *Sabang*. *Koepang* op 3600 K.M. afstand, wordt te *Sabang* zoo krachtig gehoord (40 a 50 p.o.) dat de 7% langere weg *Sabang-Ambon niet* uitsluitend de reden kan zijn, waarom men over dat traject niet kan werken. Trouwens *Sabang* heeft *wel* gewerkt, verscheidene malen, op 5500 K.M. Zien we nu fig. 19 dan is dit een zeer schoone demonstratie voor de reflectie-theorie met de hoogere laag op ca. 180 K.M.

*Ambon* ligt n.l. juist *in den stillen sector* die bij 4500 K.M. het meest geprononceerd moet zijn.

De eene maal, dat *Sabang Ambon* hoorde moet of de laag *iets hooger* hebben gelegen of moeten drie maal gereflecteerde stralen hoorbaar zijn geworden.

Even sprekend voor de bevestiging dezer theorie, als het *niet* tot stand komen der verbinding *Sabang-Ambon* op 3850 KM. blijkt te zijn, is de omstandigheid, dat een groot aantal malen en telkens voor langen duur (een uur en meer achter elkaar) door *Sabang* goede verbindingen werden verkregen op ca. 5500 KM, terwijl de afstand-records met de schepen loopen tot ruim 3000 KM. en waarden tusschen 3600 KM. en 5400 KM. naar mijn weten niet voorkomen. Deze groote afstanden komen voor op avonden met niet vele luchtstoringen, d.i. wanneer het spiegelvlak in rust is en het dus het zekerst spiegelt. Hier dekken de beide theoriën van luchtstoringen en reflectie elkaar zeer goed. Bij 5500 KM. is men derhalve blijkbaar de stille zône gepasseerd en bevindt men zich nabij het gunstige punt  $O_2$ .

Ik geloof, dat deze feiten tezamen een zeer streng bewijs leveren voor het werkelijk bestaan van die spiegelende Heaviside'sche bovenlaag; uit de plaats der punten waar het geluid een maximum wordt en weer verdwijnt (ca. 3000 en 6000 KM., met tusschen 3000 en 6000 KM. een minimum, b.v. geconstateerd Ambon-Sabang 3850 KM.) kan berekend worden, dat de geschatte hoogte van 180 KM. *niet ver* mis kan wezen. Ik neem mij voor, op mijn reis naar Patria, zoodra ik westelijk van Sabang ben, na bekomen machtiging, deze maxima en minima geleidelijk te volgen en vast te stellen. Het is wellicht mogelijk het 3e maximum (op de 9000 KM.) nog vast te stellen, waardoor de hoogte van de laag nauwkeurig is te berekenen.

Deze aanvulling van het bewijsmateriaal, die bij het werken tusschen de proefstations niet kon worden verkregen wegens de vaste onderlinge ligging dier stations, zal van het grootste belang zijn niet alleen voor radiotechnici, doch ook voor meteorologen, die de hoogte dezer laag, die ook voor hen zoo belangrijk is, langs anderen weg (observatie Noorderlicht) hebben bepaald. <sup>1)</sup>

IV. Uit al deze gegevens, waarbij de stralen volkomen als rechte lijnen konden worden beschouwd, blijkt, dat 's nachts de verliezen in het medium *niet groot* kunnen zijn. Immers indien *Sabang* werkend met 3 K.W. antenne-energie tot 5500 K.M. heeft gehaald met de 600 meter golf, dan kan de energievermindering onderweg, behalve die welke door de uitbreiding van het golf front wordt veroorzaakt, *niet groot* zijn geweest.

Men moet toch bedenken, dat dezelfde straal *I*, die dit bewerkstelligt, zich overdag nooit verder heeft doen gevoelen dan in een *uitzonderingsgeval* tot op 900 K.M. met *veel geringer* geluid, dan dat op 5500 K.M. 's nachts werd geproduceerd.

Behalve dat de *wijze* van *energie-overbrenging* des daags een geheel andere blijkt te zijn dan 's nachts, is dus de energie-vertering onderweg, d.i. *de eigenlijke absorptie*, daags veel grooter dan 's nachts.

*Het verschil tusschen dag- en nachtverbinding is echter niet uitsluitend een gevolg van eigenlijke absorptie, doch tevens van verschil in de wijze van overbrenging der energie.*

V. Met dit laatste samenhangend is ook een feit opgehelderd, dat veelvuldig is geconstateerd nl. *de groote afhankelijkheid van de golflengte* des daags en de *geringe invloed van de golflengte 's nachts*.

Behalve dat de *eigenlijke absorptie* sterk *afhankelijk is van de golflengte* en wel met toenemende golflengte afneemt, waardoor 's nachts, als de absorptie gering is, het verschil tusschen diverse golflengten niet tot zijn recht komt, berust tevens de overbrenging 's nachts op *reflectie*, een verschijnsel, dat slechts afhankelijk is van den invalshoek, *niet* van de frequentie. Daarentegen berust, zooals verder op zal blijken, de terugvoering naar de aarde des daags op *breking* en het is bekend, dat de brekingshoek sterk afhankelijk is van de *frequentie*, dus van de golflengte van een gebroken straal.

<sup>1)</sup> Steller dezer bijlage werd door het uitbreken van den oorlog verhinderd in het uitvoeren van zijn voornemen om de bedoelde proeven op de terugreis naar Nederland te doen.

In het licht van deze beschouwing der energieoverbrenging 's nachts, d.i. door reflectie tegen hogere lagen, behoeft het geen verwondering te baren, dat bij voldoende afstand tusschen de stations het tusschenliggende land en zelfs hoog bergland van zoo weinig storenden invloed is.

Zoo hoort het kleine draadlooze station te *Wellevreden* gewoonlijk 's avonds niet alleen het 1940 KM. verwijderde *Sabang* uitstekend, doch zelfs *Sabang* heeft een enkele maal de teekens van het zwakke *Wellevreden-station* gehoord, hoewel vrijwel het geheele traject (behalve ter weerszijden een kleine aanloop, welke over vlak land resp. over zee gaat) geheel over de lengte-as van het zwaar begroeiide Sumatra loopt, waarbij voor de helft over hoog bergland moet worden gewerkt met in de baan liggende hoogten tot 2000 à 3000 meter.

Deze bergen liggen 160 KM. en verder van Sabang. De gereflecteerde straal, die Sabang met *Wellevreden* verbindt, heeft echter op dezen afstand en boven deze bergen van 3000 meter reeds een hoogte van ca. 30 KM. bereikt, d.i. 10 maal hooger dan de hindernis. Indien we ons de nachtverbinding, overeenkomstig al het vorenbetoogde, tot stand gebracht denken door een vrijen, tegen bovenlagen gereflecteerden ruimtestraal, behoeft het dus geen verwondering te baren, dat men 's nachts zelfs met *kleine* golflengte werkend, groote afstanden over hoog bergland kan overbruggen.

#### *Dagverbinding.*

Waar de geconstateerde eigenschappen der *nachtverbinding*, speciaal die verbonden aan voorhanden reflectieverschijnselen, geen van alle des *daags* optreden, mag veilig worden aangenomen, dat daags de energieoverdraging op *principeel andere wijze* plaats heeft. Behalve toch, dat de eigenlijke absorptie daags grooter schijnt te zijn (kleinere dag-afstanden), ontstaat een sterke afhankelijkheid van de gebruikte golflengte, neemt de aankomende energie sterk met den afstand af en overwint men moeilijk terreinbezwaren, speciaal bergen.

Zooals in den aanhef is aangetoond, is bij onze *verbindingen* de *Sommerfeldsche oppervlaktegolf* buitengesloten als voornaamste drager der energie. Behalve door de vele reeds aangevoerde feiten werd dit ook bevestigd door een proef tusschen een der oorlogsschepen te Sinabang, een eilandje voor de kust van Sumatra, en Sabang. Ter beoordeeling toch van de mogelijkheid om door middel van een draadloos stationnetje in die nederzetting, aan een ingesloten baai gelegen, een verbinding met Sabang te kunnen verkrijgen, vertrok een oorlogsschip naar die baai ten einde de verbinding te beproeven. In de ruime baai zelf *mislukte* de dagcorrespondentie, even buiten de baai gelukte ze. Een en ander hing duidelijk af van de tusschenliggende bergen die de baai insloten.

Ware hier de *oppervlaktegolf* de voornaamste energie-overbrenger geweest, dan had de iets grootere water-afstand bij het binnenstoomen van de ruime baai het geluid niet merkbaar mogen verzwakken.

Het feit, dat door het onderscheppen der ruimtestralen door de bergen, tevens elke verbinding ophield, is een bewijs er voor, dat ook hier de ruimtestralen hoofdzakelijk zijn. Dat deze stralencategorie dan ook zeer krachtig door een station wordt uitgezonden, blijkt wel uit de zeer groote werkings sfeer, die van uit vaste stations met bestuurbare luchtschepen en vrije ballons werd geconstateerd, in welk geval het ontvangende station toch niet door de oppervlaktegolf bereikt kan worden.

Ik ben het dus wederom in deze met Prof. ECCLES eens, waar deze geleerde van meening is, tegen zoovele getuigenissen in, dat des daags de vrije ruimtestraal eveneens hoofdzakelijk het verbindingsmiddel is, welke straal onder elevatie uitgaande, door buiging de aarde weder moet bereiken om lange verbindingen overdag te kunnen verklaren.

De proef tusschen het station te Ambon en de Tromp heeft streng bewezen dat deze buiging mogelijk is; immers hier had het nachtresultaat geleerd, dat in *geen geval* de oppervlaktegolf

naspourbaar was. In dit geval werd zelfs voor de 600 meter golf in de *lagere* lagen de mogelijkheid eener kromming met een straal van kleiner dan 2650 KM. met zekerheid geconstateerd.

In zooverre ben ik het hoofdzakelijk met Prof. ECCLES eens; echter heeft deze geleerde op grond van de in Europa opgenomen dagkrommen met een vrijwel constant daggeluid (afgezien van zonsopgangs- en ondergangsverschijselen) aangenomen, dat overdag de eigenschappen van den dampkring zonder plotselinge overgangen (lagen) van beneden naar boven *geleidelijk* in elkaar overgaan.

Op grond van de resultaten der jaarproeven meen ik nu echter te moeten bestrijden, dat zulks het geval is.

Het bleek toch (zie de fig. 3, 4 en 5 gemeenschappelijk gedeelte), dat overdag, afgezien van de zonsopkomst- en ondergangsverschijselen, scherpe geluidsterkte-dalen (hoog aantal gemeten p.o.) voorkwamen, op tamelijk regelmatige wijze in verband staande met de *zonshoogte*.

Echter was de zonshoogte op zich zelf *niet* de veroorzakende factor, daar de dalen niet bij *bepaalde* zonshoogten behoorden.

Waar echter systeem bestond in het oogenblik van optreden dezer geluidsterkte-(absorptie-dalen) en als eenige factor, behalve de zonshoogte, slechts de *richting van de baan* tusschen de stations ten opzichte van de zonnestrallen kon worden aangenomen, werd naar een vast verband gezocht en *dit verband ook gevonden*, gelijk nader zal blijken.

VI. Maxima van geluidverzwakking (absorptie-maxima) bleken op te treden wanneer de zon loodrecht stond boven plaatsen, welke op eenige bepaalde groote aardcirkels lagen, die zelve gedurende het geheele jaar niet of *zeer weinig* van stand verwisselden. Dit gold voor alle drie de onderzochte verbindingen. Bij elke verbinding behoorde een bepaald stel cirkels.

Deze vaste (grootte) cirkels staan loodrecht op den grooten cirkel, welke de verbindingslijn tusschen de twee beschouwde stations vormt.

Waar de zon per se moest staan in één van die vaste vlakken, gaande door die groote cirkels, en dus blijkbaar ter verwekking van zoo'n absorptie-maximum de richting der zon steeds *loodrecht moest staan* op een loodlijn op deze vlakken, onafhankelijk van de hoogte welke de zon verkreeg in die vlakken, kwam ik vanzelf op de gedachte dat deze loodlijn, waarop de zonnerichting steeds verticaal moest staan tot verwekking van geluidsterkte-absorptie, een deel was van den weg, gevolgd door de electrische straling die de twee stations verbindt, daar dit de eenige lijn is, welke van belang kan zijn voor de verbinding van de stations in verband met den zonnestand. Waar de zon, naar uit de resultaten der meetdagen bleek, preferente vlakken daags had, waarvan vier W, X, Y, Z, fig. 3, 4 en 5 geprononceerd, daar bestonden dus minstens 4 van die loodlijnen, twee ter weerszijden van den middelbaren middag, die deelen van den verbindingsstraal waren.

Waar de absorptie-maxima gewoonlijk scherp gemarkeerd in elkaar overgaan met scherpe maximum-absorptie-pieken, konden die baangedeelten *niet* vloeiend in elkaar overgaan.

De zonnestraling toch zoude de vloeiende baandeelen bij den dagelijkschen gang der zon op vloeiende wijze loodrecht treffen en dus zou de geluidsterktekromme een rechte of een vloeiend gebogen lijn moeten zijn. Prof. ECCLES leidde dan ook zeer te recht uit het vloeiend dagverloop der geluidsterkte in de gematigde streken een vloeiende baan af (gebogen, doch *niet* gebroken straal).

Onze gegevens wijzen echter op *plotselinge* loodrechte zonnestanden d.w.z. dat de baan rechte stukken heeft, die met *knikken* in elkaar overgaan, — en wel bestaan *minstens* vier van die rechte baangedeelten bij onze verbindingen. Dat deze absorptie-maxima hier overdag, in tegenstelling met de gematigde streken, zoo markant optreden, is het gevolg van de optredende hoogere zonshoogten hier. Hierdoor was het voor Europeesche vorschers welhaast *onmogelijk* een

steekhoudende theorie op te bouwen en maakten de proeven hier in de tropen de oplossing eerst mogelijk.

Deze plotselinge *knikken* in de baan beteekenen *breking* d.w.z. ook daags moeten in den dampkring, waar deze breking over het geheele jaar vrij regelmatig voorkomt, vaste, scherp afgescheiden lagen bestaan, die echter de golven gewoonlijk *niet* reflecteeren, doch gebroken doorlaten naar een hogere laag. Dat ditmaal breking overheerscht in stede van reflectie zooals 's nachts, is het gevolg van een minder groot verschil der constanten, dat des daags voor de opeenvolgende lagen moet bestaan.

Op fig. 21 onderaan zijn nu in juiste verhoudingen afgebeeld:

1e. De equator met de beide keerkringen, insluitende dus dat gedeelte van het aardoppervlak, waar elke plaats de zon één of tweemaal per jaar in het zenith ziet;

2e. Op de juiste afstand-schaal de drie plaatsen *S*(itoebondo), *K*(oepang) en *A*(mbon) met de door die plaatsen getrokken horizontale projecties der banen, dat zijn op de teekening rechte lijnen, projecties van de groote aardcirkels.

Overeenkomstig de drie aan deze baanprojecties gegeven onderscheidingen in de teekening, zijn nu met dezelfde onderscheidingen aangeduid: de drie stellen groote cirkels (projecties, hier ook rechte lijnen) loodrecht op de banen, gaande door die plaatsen, voor welke de zon in het zenith staat op het oogenblik, waarop voor de betreffende verbinding een absorptie-maximum optreedt.

Uit de figuren 3, 4 en 5 (gemeenschappelijk rapport) was voor één dag per maand nauwkeurig voor de diverse verbindingen bekend op welk oogenblik, uitgedrukt in tijdverschil met den waren middag der plaatsen, de absorptie-maxima optraden. Daar voor die dagen ook de zons-declinatie bekend was, kon dus met juistheid worden opgeteekend, welke plaats op aarde de zon in het zenith had op het oogenblik, waarop een absorptie-maximum optrad.

Dit werd voor alle maanden herhaald waarbij bleek, dat de punten groeps-gewijze vrij nauwkeurig op rechte lijnen (projecties van groote cirkels) lagen, welke loodrecht op de baan-projectie stonden.

Zoo bleken b.v. voor de verbinding *Sitoebondo-Koepang* (—) vier zulke groepen resp. *W*, *X*, *Y*, en *Z* te bestaan, welke, wat den afstand betreft, niet geheel symmetrisch ten opzichte van de beide plaatsen liggen.

De afwijkingen in de ligging dezer vier rechte lijnen, welke in enkele gevallen werden gevonden, waren nooit grooter dan ca. 10 à 15 min. tijdverschil. Deze zijn duidelijk gedemonstreerd in de figuren 3 t/m 5 (gemeenschappelijk gedeelte) alwaar de volgens deze rechte lijnen berekende dalen door de verticale strepen onder toevoeging van de bijbehorende letters *W*, *X*, *Y*, *Z* enz., zijn aangegeven. Gewoonlijk vallen berekende en geobserveerde dalen geheel samen, soms treedt een dal niet merkbaar op (vermoedelijk slordige observatie of te weinig geobserveerde punten), in enkele gevallen loopen, zooals boven vermeld, berekende en geobserveerde dalen iets uit elkaar.

Dit kleine verschil behoeft geen verwondering te baren, daar:

a. de gemiddeld geldende waarheid, waaruit het optreden der dalen is berekend, slechts geldt voor het geval dat over het *geheele jaar* gedurende den dag de lagen in den dampkring in samenstelling en hoogte onveranderlijk zouden zijn; dit nu is natuurlijk niet strikt het geval; het moet eerder verwonderen, dat bij deze willekeurige onderstelling de resultaten der berekening nog zoo goed kloppen met de werkelijk waargenomen resultaten;

b. de tijdstippen voor de dalen op de figuren 3 t/m 5 aangegeven, dikwijls door slordigheid der telegrafisten niet op 5 à 10 minuten nauwkeurig juist zijn; niet zelden toch werd b.v. te *Sitoebondo* door den telegrafist slechts *één tijdstip* opgegeven voor een geheele meetserie, terwijl bekend was, dat tusschen begin en eind dezer serie minstens 10 à 15 minuten verliepen, daar elk station bij zoo'n serie 3 minuten de letter *V* gaf, gevolgd door eenige strepen.



We mogen derhalve als *zeker bewezen* aannemen, dat de dagabsorptiedalen optreden zoodra de centrale zonneprojectie op de aarde in een dezer vaste, groote cirkels valt.

Zien we nu den stand dezer cirkels eens nader aan in verband met de grenzen, waarbinnen de zonsdeclinatie kan veranderen, d.w.z. begrensd door de beide keerkringen, dan laten zich de volgende waarheden afleiden.

De absorptie-dalen traden *niet symmetrisch* op t. o. v. den waren middag der stations of van het midden van de baan.

Zien we nog af van het feit, dat de loodlijnen *X* en *W* niet even ver van Koepang verwijderd de baan snijden, als de loodlijnen *IJ* en *Z* t. o. v. *Sitoebondo*, hetgeen op niet-symmetrisch verloop der luchtlagen tusschen *S* en *K* wijst (de in de baan liggende bergen liggen dichter bij *Sitoebondo* dan bij Koepang), dan is toch duidelijk dat door den hoek, welken de baan *S-K* (dus ook de lijnen *W*, *X*, *Y*, *Z*) met den evenaar maken, alleen voor een declinatie gelijk aan de gemiddelde breedte van de baan (d. i. ongeveer in November en Februari) de lijnen *X* en *IJ*, *W* en *Z* op gelijke tijdsafstanden van den waren middag van het midden van de baan zouden kunnen worden gesneden.

Voor de maand Juni, wanneer de zonneprojectie zich langs den noorder keerkring beweegt, bereikt deze de lijnen *W* en *X* reeds op tijdstippen  $X_1$  en  $W_1$  vóór den middag, tijdsafstanden welke grooter zijn dan de bijbehorende tijdsafstanden  $IJ_1$  en  $Z_1$  alwaar de lijnen *IJ* en *Z* in den namiddag werden bereikt. In Juni verschuiven alle dalen zich dus onsymmetrisch t. o. v. den middag van het baanmidden in de richting van den morgen voor de verbinding *Sitoebondo-Koepang*. In December heeft, hoewel op minder geprononceerde wijze, het omgekeerde plaats; waar de zonsprojectie alsdan langs den zuider keerkring loopt, verschuiven, zooals uit de figuur 21 blijkt, de dalen naar den namiddag.

Voor de verbinding Koepang-Sitoebondo verschuiven derhalve de dalen van Juni tot December steeds geleidelijk in de richting van den namiddag; van December tot Juni in omgekeerde richting. De totale verschuiving der dalen over 6 maanden is voor die verbinding 48 minuten. De werkelijk geobserveerde maandgemiddelden fig. 3 t/m 5 vertoonen dit voor de punten *W*, *X*, *IJ*, *Z*, dan ook zeer duidelijk.

Wel vindt men een enkelen keer afwijkingen, doch dit is het gevolg gewoonlijk van te weinig waarnemingen of splitsing om onbekende redenen van één maximum in een dubbel.

Ook moet bedacht worden, dat bij de berekening der plaatsen waar de maxima te verwachten zijn, verondersteld is, dat de verschillende lagen gedurende het geheele jaar constant blijven, hetgeen natuurlijk niet streng het geval is.

De maxima verschuiven voor de verbindingen *Ambon-Sitoebondo* en *Ambon-Koepang* in omgekeerde richting als voor de verbinding *Sitoebondo-Koepang* als gevolg van de tegenovergestelde helling der banen ten opzichte van den equator. De maximum tijdverschuiving over een half jaar is voor de verbinding *Sitoebondo-Ambon* 60 min. en voor die van *Koepang-Ambon*  $4\frac{1}{2}$  uur tengevolge van de sterkere helling van dit traject t. o. v. den evenaar.

Deze waarden kloppen zeer bevredigend met de gemeten waarden uit het werkelijk bedrijf.

Teneinde nu te verduidelijken hoe ik mij dit verband tusschen den zonnestand en het optreden der absorptiemaxima voorstel, heb ik op fig. 22 stereometrisch, hoewel *buiten proportie*, een en ander geteekend.

Allereerst is uitgezet op den daar voorgestelden aardbol de equator met bijbehorende zuidpool; we zien dus scieef tegen het *zuidelijk halfronde* aan. Een hoek makend met den equator is aangegeven de groote cirkel door die stations *S*(itoebondo) en *K*(oepang) de centrale projectie dus op de aarde van den *ruimtestraat*, welke *S* en *K* verbindt en om welks beloop het hier gaat.

Deze straat zelf ligt dus in een plat vlak, het vlak van den grooten cirkel *S-K* dus gaande door het middelpunt van den aardbol.

Dit platte vlak is stereometrisch geteekend (gearceerd vlak).

We weten dus voorloopig van den ruimtestraal tusschen  $S$  en  $K$  niets anders, dan dat die in het gearceerde platte vlak moet liggen.

Loodrecht op den grooten cirkel  $S-K$  d.i. dus ook loodrecht op bedoeld *baanvlak*, staan nu de vier groote cirkels  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , en  $D$  (punt-streepcirkels) welke voor het geheele jaar in dit traject de vaste cirkels zijn, welke in mijn betoog zijn bedoeld.

Passeert de zonneprojectie dus in haar dagelijkschen cirkelgang om de aarde een dezer cirkels, dan treedt, zooals de jaar-waarnemingen aantonen, een absorptiemaximum op.

Nu doorloopt de zonneprojectie, zooals bekend is, dagelijks een kleinen cirkel op aarde evenwijdig aan den evenaar en op een afstand daarvan, welke de declinatie wordt genoemd.

In fig. 22 is deze kleine cirkel voor een *bepaalden dag* geteekend; deze kleine cirkel loopt evenwijdig aan den equator op een afstand, die gelijk is aan de declinatie (door pijl aangegeven op den grooten cirkel  $D$ ).

De groote cirkels  $A$  t/m.  $D$  maken een scheeven hoek met deze zonnebaan.

Voor den bepaalden dag, waarvoor de figuur den toestand weergeeft, treden absorptie-maxima op bij de zonnestanden  $W^1$ ,  $X^1$ ,  $Y^1$ ,  $Z^1$ , d.i. voor die tijdstippen waarop de zonneprojectie door de cirkels  $A$  t/m.  $D$  gaat.

Waar die maxima nu steeds optreden voor zonnestanden, liggend in deze vaste cirkelvlakken  $A$ ,  $B$ ,  $C$  en  $D$ , waarbij de zonnestralen echter afhankelijk van de declinatie in deze vlakken draaien, kwam ik tot de overtuiging, dat de eisch voor het ontstaan van een absorptie-maximum slechts deze kon zijn: dat de zonnerichting verticaal moet staan *op een lijn, welke zelf loodrecht staat op die vaste vlakken* anders kon het moment van optreden niet onafhankelijk zijn van den stand van den zonnestraal in een der vlakken  $A$  t/m.  $D$ , d.i. onafhankelijk van de declinatie.

Deze lijnen konden niet anders zijn dan stukken van de baan der elektrische straling en die baan moest dus gedeelten hebben, welke loodrecht op de vlakken  $A$  t/m.  $D$  staan en aangezien de absorptie-maxima scherp gedefinieerd zijn en niet geleidelijk in elkander overgaan, moeten de rechte baandeelen ook met een *knik* in elkaar *overgaan*.

Teekenen we nu zoo'n baan met rechte gedeelten 1, 2, 3 en 4 in het gearceerde baanvlak en brengen we vlakken aan loodrecht op deze rechte baangedeelten 1, 2, 3 en 4, n.l. de vlakken  $W$ ,  $X$ ,  $Y$  en  $Z$ , stereometrisch geteekend, dan staan die vlakken loodrecht op de baanstukken 1, 2, 3 en 4, terwijl zij evenwijdig zijn aan de groote cirkelvlakken  $A$ ,  $B$ ,  $C$  en  $D$ . Zij snijden dus den aardbol volgens kleine cirkels, evenwijdig aan de groote cirkels  $A$  t/m.  $D$ .

De zonnestralen vallen voor elk bepaald oogenblik evenwijdig op aarde. Als dus een zonnestraal  $W_1$  in het vlak van den grooten cirkel  $A$  ligt, beteekent dit, dat gelijktijdig een daaraan evenwijdige straal  $W$  in het vlak  $W$  ligt, dat evenwijdig aan het vlak  $A$  loopt. We zien dus dat voor dezen bepaalden dag *viermaal* een zonnestraal loodrecht op een vast gedeelte van de baan staat en wel zijn dit de stralen  $W$ ,  $X$ ,  $Y$  en  $Z$  evenwijdig aan de zonnestralen  $W^1$ ,  $X^1$ ,  $Y^1$  en  $Z^1$ , welke normaal op de rechte baangedeelten 1, 2, 3 en 4 staan, zoodat alsdan absorptie-maxima worden geproduceerd.

We zien echter, dat al staan de vier stralen  $W$ ,  $X$ ,  $Y$  en  $Z$  alle loodrecht op een der rechte baangedeelten, ze niettemin met het vlak van de baan (gearceerd vlak) *verschillende* hoeken maken, als gevolg van den hoek tusschen den grooten cirkel  $S-K$  en den equator.

De hoek tusschen het baanvlak en den straal  $W$  is het *kleinst*, de hoek met  $Z$  het *grootst* voor dezen dag.

De vraag doet zich voor of deze *hoek* niet van invloed is op de absorptie-maxima.

Dadelijk kunnen we antwoorden: *niet* van invloed op het *tijdstip van optreden* dier maxima. Voor dat optreden is toch slechts noodig, dat de lijnen in die bepaalde vlakken  $W$  t/m.  $Z$  liggen, onverschillig welken hoek ze in dat vlak met de normaal maken.

Echter bleek bij de jaarproeven, dat deze hoek van grooten invloed is op het min of meer *geprononceerde* van dit absorptiemaximum. Een absoluut maximum bleek op te treden, wanneer de zonnestraal niet alleen in een der vlakken *W, X, Y, Z*, viel, doch *tevens* in het baanvlak (gearceerd vlak).

Dit komt voor elk der maxima tusschen de keerkringen 2 maal 's jaars voor. Logisch gevolg is dan, dat voor den hier geteekenden dag het absorptie-maximum *W* het *meest* geprononceerd zal zijn en het absorptie-maximum *Z* het *minst* duidelijk zal optreden. Dit verklaart ook het feit dat de dalen in de gematigde streken onmerkbaar worden. De hoek tusschen zonnestraal en baanvlak wordt dan zoo groot, dat de dalen in amplitude onmerkbaar worden, de afneming met het grooter worden van den hoek blijkt nl. zeer sterk te zijn.

Redelijk mag dus als vaststaande aangenomen worden, dat de baan *rechte gedeelten* heeft en dat de absorptie een maximum vertoont, wanneer de zon dit rechte baangedeelte loodrecht bestraalt.

Ook dit klopt met de practijk: de dagen met grootste ontwikkeling van een der absorptie-maxima zijn te berekenen en kloppen met de opgenomen dagkrommen.

Aangezien in Europa de zon *nooit* groote hoogten bereikt en de kans zelfs dat de zon loodrecht op een der baandeelen staat, zeer klein is, spreekt het vanzelf, dat de sterke dagdalen daar *niet voorkomen* (vergelijk b.v. Juni voor dat deel der tropen, het hoogste wat in Europa toch wel te halen is).

Het is dus door te geringe zonshoogte, dat men in Europa tot de foutieve gevolgtrekking kwam, dat daags geen geluidsterkte-schommelingen zouden voorkomen. Waar deze absorptiedalen echter den weg wijzen naar het vinden van de oorzaak der absorptie, zijn de in Europa gebouwde theorieën ook niet algemeen steekhoudend gebleken.

Wetende waar de straal begint en eindigt, en bedenkende, dat de rechte gedeelten van de baan die gedeelten zijn, welke het dichtst bij de aarde liggen, daar het geleidend vermogen der atmosfeer en dus ook de kromming van den straal met de hoogte toeneemt, zouden wij den krachtstraal, die de beide plaatsen verbindt, kunnen opteekenen, indien we wisten hoe lang elk der deelen is, of hoe hoog de diverse lagen.

Nu is dat inderdaad te schatten daar er:

1e. Behalve de veel bedoelde dalen nog eenige bijdalen zijn, die optreden voor die zonsstanden, waarbij de straling der zon blijkbaar de *lagen* loodrecht treft op de plaats waar de breking der beide rechte gedeelten plaats heeft; fig. 3 t/m. 5 en fig. 20 (boven) lichten dit toe. Deze bijdalen treden niet steeds op, doch zijn soms markant; vermoedelijk wordt de breking door beschijning door de zon geringer en wordt daardoor de straal uit zijn baan geleid of wel er ontstaat op die plaats een golving in de laag.

2e. De dalen bij *zonsopgang en -ondergang* blijken ongeveer 6 uur in tijd met een der bovenbedoelde middagdalen te verschillen, zoodat deze ontstaan wanneer de zon *in de richting van een der rechte baangedeelten* schijnt; behalve, dat daardoor het bestaan dezer rechte deelen wordt bevestigd, geeft dit ook gelegenheid om te taxeeren tot hoe hoog die rechte deelen reiken. Door den bolvorm der aarde toch worden deelen afgeschaduwde, zoodat de zonnestrallen niet in het verlengde dier deelen kunnen komen te liggen. Zoo treedt het eerste zonsopgangdal gewoonlijk op *na* zonsopgang op de meest Oostelijke plaats en eindigen alle avonddalen gewoonlijk iets *vóór* zonsopgang op de meest Westelijke plaats. Dit beteekent dat de bolvorm van de aarde de beide rechte deelen nog beschaduwde, zoodat we de bovenste grens dezer rechte lijnen kunnen leeren kennen.

Is b.v. in fig. 20 de krachtstraal Siteobondo—Koepang juist geteekend, dan kunnen de middagdalen die ontstaan als gevolg van den stand der zonnestrallen loodrecht op de baangedeelten 1, 2, 3 en 4 natuurlijk wél optreden; de zonsopkomstdalen die ontstaan door het *raken* van den zonnestraal aan de deelen 1 en 2, treden natuurlijk *niet* op, daar een straal als b.v.

2<sup>1</sup> // 2, tengevolge van den bolvorm der aarde bij *A*, nooit het baangedeelte 2 kan bereiken. Omgekeerd treden 's avonds de ondergangsdalen 3 en 4 niet op. Men zoude nu verwachten, dat, evenals bij de middagdalen, ook bij de zonsopkomst en -ondergangsdalen het criterium wordt bereikt, wanneer de zon *in het vlak van de baan* staat en de zonnestrallen tevens een der rechte baangedeelten raken; dit is echter *niet* het geval; de zonnestrallen moeten wel die rechte deelen *raken*, doch daarbij 25 à 30° bezijden het vlak van de baan invallen. Blijkbaar wordt in dit geval de straal zijdelings uit de baan gereflecteerd of gebroken, waardoor het geluid sterk vermindert.

De door ons gevonden punten van zonsopgangs- en zonsondergangsdalen kloppen dus *niet* op de bestaande hypothesen, als die van KENNELLY, doch de dalen blijken op te treden voor die standen, waar de zonnestrallen rechte deelen van de baan raken. Deze dalen treden dus geheel *na* zonsopkomst en *vóór* zonsondergang op. Verder vertoonden zich voor tijdstippen gelegen tusschen zonsopkomst op de meest Oostelijke plaats en zonsopkomst op de meest westelijke plaats, dikwijls absorptie-maxima, welke moeten overeenkomen met die standen van de zon, waarbij de stralen *raken* aan de scheidingsvlakken tusschen de diverse lagen op die *punten* waar de ruimtestraal, welke de stations verbindt, van het eene medium in het andere overgaat; deze dalen verschillen dus ca. 6 uur in tijd met de meerbedoelde bijdalen. Het optreden dezer dalen is onzeker en hangt sterk van plaatselijke omstandigheden af. Sterk, tot onhoorbaarheid toe, traden ze op, indien te voren, lang vóór zonsopgang, de lucht zeer rood gekleurd was d.w.z. wanneer de zonnestrallen de lagen sterk geïoniseerd hadden. De *tijdstippen*, waarop deze absorptie-maxima optraden, waren echter zeer regelmatig. Voor de verbinding *Koepang-Sitoebondo* zijn op figuur 23 zeer vele op deze maxima betrekking hebbende galvanometer-uitslag-waarnemingen gecombineerd. We zien op het oogenblik van zonsopkomst te *Koepang* (meest Oostelijk station) den galvanometer-uitslag nog op *nachtsterkte*; plotseling valt het geluid terug totdat het eerste dal (*a* hiervan slechts een enkel voorgekomen geval vormend) is bereikt, dan treedt even een geluid-verbetering in waarna ca. 10 minuten later een zeer geprononceerd absorptie maximum (uitslag minimum) wordt geconstateerd (⊙ punten). Zeer dikwijls wordt ook dit deel overgeslagen en vormt zich het gemiddelde 2e dal (× punten) of zelfs 3e dal (□ punten), hetgeen vlak vóór zonsopgang te *Sitoebondo* valt en *steeds* aanwezig is; daarna groeit het geluid weer tot daggeluid. Over zons- ondergang zijn minder observaties gedaan en het verloop is dan minder markant. We zien dat niets optreedt in den geest van hetgeen door andere vorschers is geobserveerd. Deze dalen tusschen den zonsopgang der beide plaatsen kunnen niet ontstaan door raken der zonnestrallen aan de rechte baangedeelten doch aan de lagen en zij maken het ons gemakkelijk, het verder verloop der ruimtestralen naar schatting op te teekenen.

De rechte baangedeelten nu, zijn gewoonlijk niet de *eenige deelen* van de baan. Waar deze baan in hogere geleidende lagen komt, moet zij buigen en naar mijn overtuiging vindt juist daar (in de hogere lagen) hoofdzakelijk de absorptie plaats. Hoe verder de stations uit elkaar liggen bij de zelfde golflengte, des te hooger zal de baan in deze absorbeerende lagen uitsteken en des te zwakker en variabeler wordt het geluid.

Het is daardoor begrijpelijk, dat de golflengte van zooveel invloed is. Hoe langer de golf, des te sterker wordt die gebroken, en des te minder hoog steekt de straal in de bovenlaag uit.

Dat door het kiezen van een langere golf de baan verandert, is te zien aan fig. 4 (Maart) (gemeenschappelijk gedeelte). Duidelijk zien we daar:

1e. dat, waar de 2300 metergolf slechts met de *halve stralings-energie* is uitgegaan van die welke gold voor de 1600 meter golf (de antennestroomsterkten waren n.l. gelijk) beide *even sterk* aankomen, zoodat de 1600 meter golf dubbel zoo sterk wordt geabsorbeerd.

2e. dat de dalen verschoven zijn en dus ook de rechte baandeelen; de 2300 meter golf volgt dus een andere baan dan de 1600 meter golf; het eerste rechte straalgedeelte stijgt sterker bij de 2300 meter golf, het tweede door sterkere breking minder. Bij lange verbindingen

en zeer lange golf stijgt de baan eerst *bijna verticaal*, vandaar dat de bijna horizontale MARCONI-antennes voor de vertewerking zoo'n succes zijn geweest; deze bijna verticale straal loopt dan in de voordeeligste richting van het stralingsdiagram, de verticale en parapluie-antenne zouden slecht stralen onder een dergelijke elevatie. De MARCONI-antenne is dus m. i. de meest gunstige vorm voor de overbrugging van lange afstanden.

Waar we zagen, dat de grootste absorptie-dalen optraden voor *die* zonnestanden, waarbij deelen van de baan loodrecht worden getroffen door de zonnestralen, daar zullen voor deze lange-afstand-verbindingen, met bijna verticale baangedeelten, 's middags ook geen dalen voorkomen; alle vallen bij zonsopgang en -ondergang. Dit heeft er vermoedelijk aanleiding toe gegeven, dat men deze verschoven middagdalen voor zonsopgang- en -ondergangsdalen heeft aangezien, vandaar wellicht de volgens de in Indië gedane waarnemingen onjuiste theorieën, gebouwd op het optreden dezer dalen.

Thans moet nog worden nagegaan, *waarom* juist zoo sterke absorptie optreedt, indien de zon rechte baangedeelten treft.

Waar de gebroken ruimtestraal eerst ontstaat, indien de baan belicht is door de zon, d.i. wanneer de laag geïoniseerd wordt, moeten we wel aannemen, dat de zon in den dampkring lagen vormt van verschillende ionisatie. Nu zal de ionisatie des te krachtiger zijn, naarmate de zonnestralen op het punt waarvan we de ionisatie beschouwen, meer ultra-violette stralen leveren.

Bekend is ook, dat deze stralen de aarde sterker bereiken bij *hooge* zonnestanden; 's middags is het licht op de aarde n.l., zeer veel malen fotografisch sterker dan 's morgens of 's avonds.

Inderdaad kan men aannemen, dat bij zonsop- en ondergang de lagen nabij de aarde door de zon niet meer geïoniseerd kunnen worden; het spectrum van het aankomende licht bepaalt zich dan geheel tot het rood en geel terwijl alleen het violette en ultra violette licht den dampkring ioniseert. De aarde ligt voor dien invalshoek op een equi-ionisatievlak onder *nul*. 's Middags (om 12 uur) is de ionisatie zeer sterk op de aardoppervlakte, ten minste in het spectrum van het licht is het violet en ultra-violet veel overwegender. Het aardoppervlak is dan dus deel van een equi-ionisatie vlak van hooge ionisatie. Dit bedenkende, is in fig. 23 (rechts boven) aangegeven hoe de equi-ionisatie vlakken voor de beschouwde plaats op waren middag (M.D.) *loodrecht* op de zonnerichting moeten staan en zwak gebogen, *bijna* platte vlakken moeten zijn, die in ieder geval een *veel grooter* kromtestraal moeten hebben dan de aarde. Nemen we nu voor het gemak voor het kleine deel, waarboven de zon loodrecht staat, die vlakken als *platte* vlakken aan, dan zien we dus, dat de middagdalen optreden, indien *deze vlakken de rechte deelen van de baan raken* (daar alsdan de zon loodrecht op die rechte deelen staat). Vermoedelijk worden bij dit raken (denkelijk met een *klein* hoekverschil), de electriche ruimtestralen door totale reflectie gedeeltelijk uit de baan gereflecteerd naar boven waardoor het geluid verzwakt. Staat daarbij het reflecteerende equi-ionisatie vlak niet loodrecht op het vlak van de baan, dan kan een zijdelings uitgaande andere ruimtestraal, langs een omweg nog het ontvangend station bereiken; het geluid wordt wel verzwakt, doch niet zóó sterk, dat alle verbinding ophoudt.

Ernstiger wordt het, zooals ook met de practijk klopt, indien het equi-ionisatie vlak loodrecht op het bovenvlak staat (de zon in de baan). De zijdelingsche stralen kunnen dan niet het ontvangend station bereiken; slechts het gedeelte van den straal, dat niet gereflecteerd wordt, doch wordt gebroken, kan dan nog voor de verbinding zorgen; de absorptie-maxima zijn dan zeer markant. Dit klopt met de practijk.

Wat de zonsop- en ondergangsdalen betreft, daarbij staan dus de equi-ionisatie vlakken *bijna loodrecht op baangedeelten* op het oogenblik dat de dalen optreden. Blijkbaar is dan

breking der stralen de oorzaak. De ongunstigste richting is daarbij een stand dezer vlakken van 60 à 65° op het baanvlak en tevens loodrecht op een recht gedeelte van den ruimtestraal. Blijkbaar is het dan, in verband met de brekingsindici, voor een zijdelings uitgaanden straal onmogelijk, de plaats van den weggebogen buurman in te nemen.

---

#### KORTE SAMENVATTING.

- I. Het verschil tusschen *dag*- en *nacht*-verbinding is *principieel*, doch in beide gevallen is de energie-overbrenger voor onze verbindingen de *ruimte straal*.
- II. 's *Nachts* is deze ruimte-straal recht, althans niet merkbaar gebogen. In verband met den bolvorm der aarde moet dus, afgezien van zeer korte verbindingen, de ruimte-straal tegen een hoogere luchtlaag gereflecteerd worden, om de verbinding te kunnen bewerken. Het bewijs voor het bestaan van de Heaviside-laag wordt gegeven. Door de weerkaatsing tegen die laag ontstaat het verschijnsel, dat binnen bepaalde grenzen de verbinding 's nachts met toenemenden afstand *beter* wordt en dat er afstanden zijn, waarop verbinding zeer gemakkelijk dan wel onmogelijk is. Waar de verbinding moet worden mogelijk gemaakt door reflectie, is die verbinding grillig en onafhankelijk van de golflengte.
- III. *Daags* is de ruimte-straal gebogen met een kromtestraal, kleiner dan de aardstraal — de ruimte-straal is een *gebroken* lijn door overgang in gedefinieerde lagen van verschillende dichtheid. De verbinding is afhankelijk van *breking*, dus van de golflengte. De lagen zijn in rust, het geluid is derhalve niet grillig als 's nachts.
- IV. Daags treden echter vooral bij groote zonshoogten eenige vaste tijdstippen op, waarop de verbinding zeer slecht is. De Sitoebondo-leider heeft een theorie afgeleid om dit zeer hinderlijk verschijnsel te verklaren — een vaste wet werd gevonden voor diverse zonnestanden t/o/v. de baan.

*De Sitoebondo-leider,*

C. J. DE GROOT.

## Hoofdstuk II.

### BIJLAGE 1.

Beschouwingen van den Koepang-leider omtrent het ontstaan der atmosferische storingen in de draadlooze telegrafie (1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> categorie).

### KORTE INHOUD.

<i>Indeeling der luchtstoringen in 3 categorieën . . . . .</i>	Blz. 107.
De 1e en 2e worden hier verder slechts behandeld.	
<i>Luchtstoringen 1e categorie.</i>	
Onweers-luchtstoringen . . . . .	„ 107.
<i>Luchtstoringen 2e categorie.</i>	
Regen-luchtstoringen . . . . .	„ 107 en 108.

# Hoofdstuk II.

## BIJLAGE 1.

### Beschouwingen van den Koepang-leider omtrent het ontstaan der atmosferische storingen in de draadloze telegrafie (1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> categorie).

In de draadloze telegrafie verstaat men onder atmosferische storingen, die storingen, welke bij het opnemen der signalen met een telefoon een ratelend, knakkend of zoemend geluid veroorzaken en het opnemen der teekens op meer of minder ernstige wijze hinderen.

Men kan deze storingen in 3 categorieën onderscheiden, die alle drie haar eigenaardigheden hebben.

1e. Harde op zich zelf staande staande knakken.

2e. Een voortdurend aanhoudend zoemend geluid, dat den indruk geeft, alsof men water door een buis hoort loopen.

3e. Een voortdurend ratelend geluid waartusschen men hardere knakken hoort.

Het sub 1 genoemde geluid is weinig hinderlijk bij het opnemen; de beide andere zijn dit echter wel.

Het eerste is afkomstig van onweersachtige ontladingen. Overdag is natuurlijk de bliksem niet altijd te zien; indien het onweer echter des avonds zoodanig is, dat men nog niet behoefde te aarden, doch dat men het wel voortdurend ziet bliksemen, komt elke bliksemstraal met een of meer knakken overeen.

Het is ook gebleken, dat de sub 1 genoemde storingen in wezen verschillen van die sub 3. Herhaaldelijk is namelijk geobserveerd, dat tijdens een onweer, wanneer men nog niet behoefde te aarden, de sub 3 bedoelde storingen geheel afwezig waren.

De sub 1 genoemde storingen hebben dus in den grond hun ontstaan te danken aan dezelfde oorzaken, die onweders veroorzaken. Dank zij het met groote tusschenpoozen optreden dezer knakken zijn ze voor het opnemen slechts in geringe mate hinderlijk.

Sub 2 wordt in eerste instantie vermoedelijk veroorzaakt door een snel intermitterenden stroom in den luchtdraad. Gedurende het optreden van deze storing wordt het geluid van het seinende station in de telefoon minder sterk, naarmate dat der storing toeneemt. Ten slotte bereikt de storing haar maximum, waarna hetzelfde verloop in omgekeerde volgorde plaats vindt. Het geheele verschijnsel is ongeveer in een half uur afgelopen en treedt op bij regen of regenachtig weer en zware, laag hangende bewolking.

Ten einde deze soort storing nader te onderzoeken werd een galvanometer in den lucht-



draad geplaatst, die op het oogenblik van sterkste storing gedurende eenigen tijd een constanten uitslag vertoonde. Daar wij, op lange golf staande, met de zoogenaamde vliegwielschakeling ontvangen, was de luchtdraad nergens onderbroken en zou het dus mogelijk zijn, dat een constante afvloeijing van electriciteit langs den luchtdraad naar aarde plaats had. Dit was echter niet te verwachten, daar men een bepaald geluid in de telefoon waarnam, hetgeen men niet zou hooren, indien de stroom in den luchtdraad zuiver gelijkstroom was. Zette men over van lange op korte golf, waardoor men den condensator, die bij lange golf parallel aan den luchtdraad staat, in serie daarmede plaatst, dan werd de uitslag kleiner, maar bleef dan ook verder constant. Dit is het beste bewijs, dat men niet met een zuiveren gelijkstroom had te doen. Dat de uitslag kleiner werd, is duidelijk, daar men de capaciteit van het net door het in serie plaatsen van den condensator verkleinde; dat hierbij niet aan een isolatiegebrek van den ingeschakelden condensator behoeft te worden gedacht, bleek hieruit dat bij den zelfden uitslag voor parallelschakeling, veroorzaakt door een element en serieweerstand, de uitslag verdween zoodra tot serie-schakeling van capaciteit werd overgegaan.

Na eenigen tijd constant gebleven te zijn, werd de uitslag gaandeweg minder om ten slotte nul te worden. Het geluid van het seinende station werd tegelijkertijd weer harder om ten slotte zijn normale waarde te hernemen.

Ten einde dit verschijnsel eenigszins na te bootsen, werd aan de punten van het ontvangstel waar luchtdraad en aarde zijn aangesloten, een element van 1.5 volt gezet en door middel van een weerstand de uitslag van den galvanometer op dezelfde waarde gebracht als gedurende de storing. Bij in serie zetten van den condensator gaf de galvanometer natuurlijk geen uitslag. Bij inschakeling van 7500 Ohm werd dezelfde uitslag verkregen, zoodat de effectieve waarde der stroomsterkte bij de storing ca. 0.2 milliampère was.

De Sitoebondo-leider deelt mede, dat hij, ten behoeve van een stralingsmeting met een fabrieksbliksemafleider met detector en galvanometer werkende, een constanten galvanometeruitslag van overeenkomstige grootte constateerde, die ook bleef bestaan, toen de detector werd weggenomen, waardoor dus de bliksemafleider over den galvanometer bleef geaard. Deze uitslag zonder detector, dus stroom in één richting, behaalde een sterkte van ca.  $40^\circ$  van een naaldgalvanometer = ongeveer 0.3 milliampère. Ook hier regende het. Door dezen grooten uitslag verontrust, werd onmiddellijk de galvanometer weggenomen en de bliksemafleider geaard. Vijf minuten later sloeg de bliksem in den bliksemafleider, zonder dat ontladingen op afstand het opkomen van onweer hadden aangekondigd. Deze soort van storing hangt derhalve met zwevende waterdeeltjes direct samen.

Het ruischen in de telefoon hoorde men bij de proef met element en galvanometer niet, echter werd wel het geluid van het seinende station verzwakt. Dit laatste moet nu m.i. worden toegeschreven aan een tijdelijke, bij de proef met het element optredende dempingsvermeerdering als gevolg van den parallel aan de primaire spoel geschakelden weerstand van het element en van een extra weerstand. Daar men bij een zuiveren wisselstroom den galvanometer geen uitslag zou zien maken, neem ik aan, dat men meer met een intermitteerenden stroom heeft te doen.

Uit het feit verder, dat men in de telefoon geen enkelen knak hoort, die afkomstig moet zijn van een bliksemachtige ontlading, zou ik willen besluiten, dat men te maken heeft met een afvloeijing, die ontstaat door directe aanraking van den luchtdraad met geladen luchtdeeltjes.

Ook deze storing treedt evenals de sub 1 genoemde betrekkelijk weinig op en behoort niet tot de storingen, die het bedrijf in hooge mate bemoeilijken.

*De leider van het radiostation Timor-Koepang:*

G. C. HOLTZAPPEL.

## Hoofdstuk II.

### BIJLAGE 2.

---

## Beschouwingen van den Sitoebondo-leider betreffende het vermoedelijk ontstaan van de luchtstoringen 3<sup>e</sup> categorie.

---

### KORTE INHOUD.

A. Korte samenvatting der in <i>Hoofdstuk II geconstateerde feiten</i> waarop de hypothese is gebaseerd en die door de hypothese moeten worden verklaard.	Blz. 111 t/m. 112.
B. <i>Algemeene critiek dezer feiten.</i>	
Uiteenzetting van de noodzakelijkheid om de hoogere lagen als bron te beschouwen . . . . .	„ 112 „ 113.
De lagere lagen moeten de sterkte beïnvloeden . . . . .	„ 114.
Jaarlijksche gang . . . . .	„ 114 „ 115.
Dagelijksche gang . . . . .	„ 115 „ 117.
C. <i>Hypothese van den Sitoebondo-leider.</i>	
I. Aandeel der hoogere luchtlagen . . . . .	„ 117.
II. Aandeel der lagere luchtlagen . . . . .	„ 118.
III. Samenwerking der hoogere en lagere luchtlagen . . . . .	„ 118 „ 120.
IV. Werkingssfeer der luchtstoringen . . . . .	„ 120.
V. Mogelijkheid om de luchtstoringen weg te werken, indien de hypothese juist is; Dieckmann'sche kooi, bevestigende proeven daarmede . . . . .	„ 120 „ 121.
Korte samenvatting . . . . .	„ 122.

---

## Hoofdstuk II.

### BIJLAGE 2.

#### Beschouwingen van den Sitoebondo-leider betreffende het vermoedeijk ontstaan van de luchtstoringen 3<sup>e</sup> categorie.

In hoofdstuk II is uiteengezet:

1e. *dat deze 3e categorie van luchtstoringen degene is, die de draadlooze berichtenwisseling in de tropen zoozeer belemmert* daar ze de algemeen voorkomende, door haar karakter zeer lastige soort is, terwijl de beide andere categorieën zelden optreden en bijzondere begeleidingsverschijnselen zijn van volkomen bekende plaatselijke natuurverschijnselen (zie bijl. I van mijn Koepang-collega), terwijl het karakter dezer beide categoriën ook minder hinderlijk is voor de correspondentie.

2e. dat het onmogelijk is, als oorzaak een onweers-centrum in de onderste atmosferische lagen aan te nemen zooals b.v. door professor ECCLES is gedaan en wel werd n.l. bewezen:

a. dat onze gewesten *geen deel van dit veronderstelde tropische centrum kunnen uitmaken* daar gebleken is dat:

I. tropische onweders, al zijn die van de heftigst bekende soort, dikwijls op een der drie stations optraden, zonder dat daarvan op de beide andere stations iets werd bemerkt; de werkingssfeer dezer onweders is derhalve gering daar de stations slechts ca. 900 KM.—1700 KM. uit elkaar liggen; waar op 900 KM. daags van deze verte-werking niets bleek, is niet aan te nemen, dat de storingen door onweders des daags van de tropische centra geheel naar de gematigde streken hoorbaar zouden kunnen doordringen.

II. het verschil in sterkte en karakter tusschen dag- (speciaal voormiddag) en nachtluchtstoringen in alle jaargetijden blijft bestaan. Waar ECCLES dat verschijnsel wijt aan de dag-absorptie over den afstand, liggende tusschen centrum en observeerend station, zoude, waar dit verschil in de tropen blijft bestaan, dus ook *daar tusschen de stations en dit vermoede centrum een zekere afstand moeten liggen; ergo maken onze gewesten geen deel uit van het centrum zelf.*

b. dat onze gewesten echter ook *niet buiten* dit vermoede onweerscentrum kunnen liggen, aangezien b.v. in de slechte tijden 's middags gedurende geheele jaargetijden luchtstoringen optreden, welke in sterkte de nachtluchtstoringen evenaarden, soms overtreffen, zonder dat daarvoor een plaatselijke bron is aan te geven. Inderdaad treden deze luchtstoringen in deze sterkte gelijktijdig op voor de diverse stations wat de *jaargetijden* betreft (hetgeen niet behoeft in te sluiten, dat *dezelfde* luchtstoring alsdan op alle drie stations gelijktijdig wordt gehoord; integendeel zijn er positieve bewijzen dat dit niet het geval is).

3e. dat evenmin kan worden gedacht aan een bron buiten de aarde b.v. de zon, maan, planeten of sterren die, behalve lichttrillingen en warmte, ook elektrische trillingen van bepaalde golflengte zouden kunnen uitstralen. Wel heeft men vroeger gemeend dat alle luchtstoringen een bepaalde, en wel geringe, frequentie (lange golflengte) zouden bezitten, en is de *Marconi X-stopper* b.v. daarop gebaseerd, doch van deze lange golflengten bleek ons niets, hetgeen verklaart, waarom de X-stopper practisch nooit heeft voldaan. Hoogstens die luchtstoringen, welke met naburige onweders samenhangen, en dit zijn zeer weinige, kunnen een bepaalde frequentie hebben (1<sup>e</sup> categorie). Hoewel deze veronderstelling van een golvenbron in het heelal veel aanlokkelijks heeft, vooral daar ze de nachtluchtstoringen op eenvoudige wijze zoude verklaren evenals het verschil tusschen dag- en nachtstoringen, zoo moet toch van deze vermoedelijke bron eveneens worden afgestapt. Voor die bron toch is de afstand tot de drie stations even groot, de hoek van den stralenbundel, die alle drie stations treft, oneindig klein, zoodat de luchtstoringen, zelfs wanneer men plaatselijk boven de stations verschillende absorptie in de luchtlagen aanneemt, toch gelijktijdig dezelfde zouden moeten zijn; hoogstens zoude de relatieve sterkte kunnen verschillen en dan nog in betrekkelijk geringe mate.

Nu is het positieve bewijs aanwezig, dat de luchtstoringen op de stations geenszins gelijktijdig optreden en derhalve vervalt ook deze aanlokkelijke veronderstelling. *Komen de storingen derhalve uit het heelal* buiten de aarde, dan is dit *niet in den vorm van elektrische stralen*, doch hoogstens in den vorm van geladen deeltjes cosmische stof of iets dergelijks.

4e. dat de *jaarlijksche gang* positief afhankelijk was van de moessons en dus indirect van de zon. Waar in de diverse, ook buiten het proefjaar geobserveerde jaren b.v. de Oostmoesson in verschillende tijden inviel, vielen ook de goede periodes voor de luchtstoringen verschillend in. Waren de luchtstoringen direct en uitsluitend een functie van den zonnestand, dan ware dit verschijnsel niet wel mogelijk.

De meeste storingen bleken voor te komen in de overgangs-weken tusschen de beide kenteringen en den Westmoesson.

5e. dat het *dagelijksch verloop* van verschillende factoren afhankelijk was doch met dien verstande, dat in den slechten tijd de luchtstoringen 'smiddags steeds harder waren dan 'smorgens. Een analoog verband werd echter ook gevonden o. a. voor:

a. de windsterkte in die jaargetijden, voor zooverre die werd geobserveerd (te Sitoebondo en Ambon).

b. den loop van de afwijkingen in het aardmagnetisme; ook het jaarverloop van dit laatste natuurverschijnsel was analoog aan dat der luchtstoringen.

6e. dat de *plaatselijke vochtigheid* van den wind voor de sub 3e en 4e bedoelde feiten *niet* de hoofdreden kan zijn. Voor Ambon toch is de Oostmoesson de natte, voor Koepang en Sitoebondo de Westmoesson de natte tijd. Onafhankelijk van dit feit was echter overal de Oostmoesson het jaargetijde met de minste luchtstoringen.

7e. dat de nachtluchtstoringen niet merkbaar afhankelijk waren van het jaargetijde, doch steeds sterk varieerend en zeer aaneengesloten krachtig.

Op bovenstaande feiten is door mij, in tegenstelling met de bestaande theorieën, de navolgende verklaring gebaseerd.

Waar sub 2e blijkt, dat een tropisch onweerscentrum in lagere luchtstreken niet als oorzaak voor de luchtstoringen 3<sup>e</sup> categorie mag worden aangenomen, moet men

A. de bron in hogere luchtlagen of in het buiten-aardsche zoeken; waarbij

B. het verschil in dag- en nachtstoringen gemakkelijk is te verklaren indien men, evenals bij mijn absorptie-theorie (Hoofdstuk I bijl. 2), een middelbare luchtlaag aanneemt,

loopende van ca. 60—180 KM. hoogte, welke bij beschijning door de zon, waardoor ionisatie wordt veroorzaakt, absorbeerend werkt, welke laag ook op grond van meteoreologische waarnemingen wordt verwacht.

Hierboven moet men een bijna absoluut geleidende laag aannemen, welke 's nachts bij de berichtenwisseling als spiegel werkt. In de bovenste luchtlagen nu moet ik electricisch geladen deelen aannemen, die daar wellicht door ionen-bombardement uit het heelal zijn aangevoerd; deze toestrooming van geladen deeltjes moet als voortdurend aanwezig worden aangenomen, wellicht door botsing als gevolg van de aardbeweging om de zon veroorzaakt, onverschillig of de zon het bedoelde gedeelte van de aarde beschijnt of niet; deze deeltjes zijn derhalve niet van de zon afkomstig. Zoo nu de zon ondergaat, dus de middenlaag electricisch doorzichtig wordt, zal directe inwerking dier deeltjes op de onderste lagen kunnen plaats hebben, hetzij dan dat de deeltjes zelve tot de aarde kunnen doordringen en niet, zooals bij zonne-beschijning, door de absorbeerende tusschenlaag worden opgeslorpt of geneutraliseerd, hetzij dat ze in de bovenste lagen reeds electricische verschijnselen te voorschijn roepen, die de aarde moeilijker bereiken, zoolang de scherp gedefinieerde electricische tusschenlaag bestaat; tot de laatste veronderstelling meen ik te moeten overhellen zooals verderop zal blijken.

Door deze hypothese omtrent een beïnvloeding van de hoogste luchtlagen van buiten af, wordt verklaard:

1. het verschil in sterkte en karakter van de nacht- en dagstoringen (tusschenliggende laag).
2. de sterke veranderlijkheid der nachtstoringen. Aangenomen moet toch worden, dat deze bovenlaag op ca. 180 KM. hoogte gelegen, juist door dit ionen-bombardement en door den invloed der hemellichamen electricisch in voortdurenden staat van beweeglijkheid verkeert.

Dat zulks inderdaad het geval moet zijn, blijkt:

- a. uit het feit (zie Hoofdstuk I), dat ook voor de seintekens 's nachts een groote relatieve en voortdurende veranderlijkheid wordt geconstateerd. Neemt men de hypothese van een spiegelend geleidend vlak op ca. 180 KM. hoogte aan, dan beteekent deze ongedurigheid van het nachtgeluid, electricisch gesproken, een beweeglijkheid van het spiegelend oppervlak, terwijl
- b. volgens de nieuwste hypothese over het ontstaan van de afwijkingen in het *aardmagnetisme*, ook de veronderstelling omtrent het bestaan van een dergelijke beweeglijke, geleidende bovenlaag wordt aangenomen, welke bovenlaag in zich zelf Foucault-stroomen opwekt, welke het aardmagnetisme beïnvloeden, en terwijl
- c. de hypothese omtrent het bestaan van die laag ook onmisbaar is voor de verklaring van het verschijnsel van het Noorderlicht, hetgeen ten sterkste met het aardmagnetisme en met de zonnevlekken schijnt samen te hangen; het is zelfs mogelijk gebleken de hoogte van deze laag bij benadering te bepalen. Aangegeven wordt, zooals reeds gezegd, 180 KM. boven het aardoppervlak (z. g. laag van Heaviside).

Waar van deze hoogere lagen zoo goed als niets bekend is, behoort een verder indringen in hetgeen daar zoude kunnen voorvallen tot het gebied der fantasieën, althans tot een gebied, dat buiten mijn competentie ligt.

Hoe deze bovenste laag dus beïnvloed wordt, blijft onbesproken, hoewel de eenige voor de hand liggende reden eener electricische beïnvloeding een electronen- of ionen-bombardement uit den wereldaether is.

3. ook het onder sub 5e b bedoelde verband tusschen dagelijkschen en jaarlijkschen gang van het aardmagnetisme eenerzijds en den gang der luchtstoringen anderzijds, wordt duidelijk, aangezien beide verschijnselen in die hoogere lagen hun oorzaak zouden vinden.
4. waar de tusschenlaag boven de diverse stations geheel verschillend kan zijn en de storing langs verschillende wegen uit de hoogere luchtlagen tot de stations kan doordringen, is een verklaring mogelijk voor het feit, dat hoewel voor alle stations een vaste *gemiddelde* gang

is waar te nemen, de storingen op de diverse stations groote sprongen om dat gemiddelde maken en geenszins de verschillende stations gelijktijdig bereiken, althans geenszins zich op gelijkvormige wijze kenbaar maken.

5. de storingen moeten op de een of andere wijze uit deze hoogere lagen doordringen tot de lagere, waar de stations zich bevinden en gebleken is, dat de toestanden der lagere lagen mede van grooten invloed zijn op het verloop en de sterkte der storingen.
6. de atmosferische toestanden in de onderste lagen, speciaal de jaargetijden (moessons) bleken n.l. van grooten invloed zoodat, al moet om het verschil tusschen dag- en nachtstoringen te kunnen verklaren, de bron in eerste instantie in de bovenlagen worden gezocht, de werking der onderlagen mede een belangrijken invloed moet hebben om het verband met de jaargetijden te verklaren.

Nu is het, naar mij door den Directeur van het meteorologisch observatorium te Weltevreden welwillend werd medegedeeld, een uitgemaakte zaak, dat de Westmoesson inderdaad de tijd is, waarin de elektrische lading van de onderste lagen van den dampkring door condensatie een maximum bereikt.

Hiermede wordt niet bedoeld, dat in dat tijdperk ook de meeste ontladingen in den vorm van onweders zouden moeten voorkomen; deze ontladingen komen naar de meening van die autoriteit gewoonlijk in de kenteringen voor.

Inderdaad houden dan ook deze ontladingen (onweders) die de luchtstoringen der *eerste* categorie veroorzaken, geen rechtstreeksch verband met de luchtstoringen der *derde* categorie, waarom het hier gaat.

#### *Jaarlijksche gang.*

Op fig. 10 (Hoofdstuk II, gemeenschappelijk) waar het *jaarverloop* der luchtstoringen voor de drie stations is afgebeeld, is duidelijk zichtbaar:

- a. dat het verschil tusschen goed en slecht luchtstoringen-jaargetijde voor *Koepang* relatief het grootst is.

Terwijl daar toch, gemiddeld gesproken, in den slechten tijd de kracht der luchtstoringen van dezelfde orde van hevigheid is als te *Sitoebondo*, is het goede jaargetijde er belangrijk meer geprononceerd, de goede tijd tevens langer. De minste variatie vertoonen de luchtstoringen te *Ambon*; in de slechte tijden zijn de luchtstoringen er veel minder hevig dan op de andere stations, de betrekkelijk goede tijden zijn echter korter en de luchtstoringen worden nooit zoo gering als op de beide andere stations.

- b. dat de goede tijd *voor alle drie de stations* in den Oostmoesson valt en wel dat voor alle stations de toestand in den Oostmoesson beter wordt van het begin tot het einde, zoodat bij het einde het aantal luchtstoringen zeer gering wordt. *Augustus* is wel de beste tijd; de luchtstoringen zijn dan te *Koepang* tot gemiddeld 0.5, te *Sitoebondo* tot 0.7 en te *Ambon* tot 1 gedaald, zonder belangrijke verheffing in den namiddag.

Van het einde van den Oostmoesson af tot het volle inzetten van den Westmoesson (d. i. de kentering) is voor *Sitoebondo* en *Koepang* een regelmatige overgang van het minimum der storingen tot het maximum te constateeren. Dit maximum valt dus voor deze stations *bij het begin van den Westmoesson*.

Gedurende den Westmoesson nemen de storingen iets af (vermoedelijk een gevolg van het feit dat de zon over de stations is heengetrokken) tot midden Januari, waarna ze weer toenemen om op het einde van den Westmoesson een tweede maximum te bereiken (de zon is dan inmiddels over de stations teruggekeerd).

Hierna volgt de kentering naar den Oostmoesson gedurende welken de storingen regelmatig afnemen om echter eerst aan het eind van den Oostmoesson een minimum te bereiken.

Zooals begin en einde van den Westmoesson zich kenmerken door maximale storingen met een daartusschen liggende vermindering, kenmerkt de Oostmoesson zich als een flauw spiegelbeeld n.l. verminderingen der storingen aan het begin en einde met eenige verheffing in het midden. Het duidelijkst is dat voor *Sitoebondo* zichtbaar; de inzinking tusschen kentering en Oostmoesson is te *Koepang* niet erg geprononceerd hoewel aanwezig, terwijl in *Ambon*, waar de inzinkingen *wel* markant zijn, een tijdelijke verschuiving t. o. v. den moesson bestaat, die echter niet van veel belang is. De waarnemingen te *Ambon* vertoonen echter in de eerste kentering (tusschen West- en Oostmoesson) een plotselinge inzinking welke voor de beide andere stations niet bestaat. Wellicht is dit een observatiefout of een gevolg van gebrek aan voldoende aantal waarnemingen op den waren middag (facultatieve tijd). Neemt men een dergelijke fout aan, zoodat het verloop volgens de gestippelde lijn *a* (fig. 10) zoude zijn, dan is alle verschil tegenover de beide andere stations weggenomen.

Behalve wat deze kleine afwijkingen betreft, is het verband met de *moessons* te duidelijk om die moessons niet als de hoofdoorzaak voor de *jaarlijksche variaties* aan te zien.

#### *Dagelijksche gang.*

Ook het dagverloop wijzigt zich duidelijk met het jaargetijde; zien we fig. 9 (Hoofdstuk II gemeenschappelijk) aan, waarop voor de verschillende stations het gemiddeld dagverloop voor de diverse maanden van het proefjaar is aangegeven en wel — voor *Sitoebondo*, •••• voor *Koepang* en —•— voor *Ambon*, dan vertoonen zich drie hoofdtypen:

1. de Oostmoesson-maanden (Juni, Juli en Augustus); bij alle stations is het dagverloop practisch een rechte lijn, de luchtstoringen zijn dus voor den geheelen dag vrijwel constant en gering, met een buiging bij het begin en einde van den dag als overgang naar de sterkere nachtluchtstoringen. Het regelmatigst en geringst zijn deze luchtstoringen te *Koepang*; de luchtstoringen te *Sitoebondo* zijn eveneens regelmatig, doch sterker dan te *Koepang*, terwijl te *Sitoebondo* voor de maand Augustus een eigenaardig, bijna symetrisch verloop wordt gevonden, dat op geen der beide andere stations is geconstateerd, doch dat als het ware een uitgangsvorm is, waaruit alle andere dagverloopen zijn af te leiden.

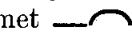
Verderop kom ik in detail hierop terug. Te *Ambon* blijft ook in den Oostmoesson de neiging bestaan tot een versterking van de luchtstoringen gedurende den middag, vooral de lijn voor *Mei* is hiervoor sprekend.


Ook dit wijst weder op zonnewerking; blijkbaar heeft *Koepang*, dat op de meest zuidelijke breedte ligt, zich het meest aan de dagelijksche zonnewerking kunnen onttrekken en *Ambon*, dat het Noordelijkst ligt, het minst, hoewel de onsymetrie ook daar gering is;— wederom zij hier gereleveerd dat de dagelijksche gang van het aardmagnetisme op dezelfde wijze van de zon afhangt.







Op fig. 10 is boven elk punt, dat het maandgemiddelde aangeeft, een teeken geplaatst, dat het kenmerkend dagverloop, ontleend aan fig. 9, symbolisch aangeeft.

Voor de *Oostmoesson* karakteristiek is het teeken: 


Dit teeken komt voor alle stations slechts in den *vollen Oostmoesson* voor.


2. vermoedelijk onder invloed van de zon treedt nu bij grootere zonshoogten, gepaard gaande met meteorologische verandering, een vervorming van dezen grondvorm van het dagverloop in, welke hoofdzakelijk 's middags bemerkbaar wordt door een verheffing van de lijn van 2—3 uur waren plaatselijken tijd. Het symbool voor dit overgangsverloop is met  aangegeven; een markant voorbeeld levert onder vele andere de *Ambon* lijn —•— (op fig. 9 voor Januari en April).
3. in die tijden, waarin de luchtstoringen het sterkst zijn, en dat zijn in het algemeen die maanden van het jaar, waarin de zonnestand hoog is, zet deze vervorming zich voort, doordat

de middagluchtstoringen nog hooger, de morgenstoringen betrekkelijk lager worden, waardoor het symbool  wordt. Markante voorbeelden hiervoor zijn b.v. de Koepang-lijn voor December, de Sitoebondo-lijn voor Januari, de Ambon-lijn voor November.

Een blik op fig. 10 doet duidelijk zien, dat deze  vorm, voor Koepang en Sitoebondo althans, de normale vorm is voor den Westmoesson, terwijl het hierboven bedoelde  symbool de kenteringen karakteriseert. Ambon, dat zooals reeds werd aangestipt, eenige afwijkingen vertoont in vergelijking met de beide andere stations, vermoedelijk als gevolg van de geografische ligging, heeft midden in den Westmoesson, wanneer de middag-zonshoogte reeds weer tot ca.  $70^\circ$  is gedaald, dus lager dan op de andere stations, een minimum van luchtstoringen, waarbij het dagsymbool van  op  zakt, terwijl midden in de kentering tusschen Oost- en Westmoesson de luchtstoringen zich plotseling verheffen, waarbij het kentering-symbool  ook stijgt tot .


Afgezien van de maand October voor Ambon, die een uitzondering vormt welke wellicht op een observatie-fout of op te weinig waarnemingen wijst, is het verband tusschen zonshoogte en dagelijksch verloop nogal overtuigend en wel ontstaat:

het Oostmoesson verloop (symbool ) voor zonshoogten tot ca.  $70^\circ$ ;

het kentering verloop (symbool ) voor zonshoogten tusschen  $70-80^\circ$ ;

het Westmoesson verloop (symbool ) voor zonshoogten boven  $80^\circ$ ;

Waar verder de dagkrommen *slechts dan* voor de diverse stations analoog verlopen, indien de *ware plaatselijke tijd* der stations als maatstaf wordt genomen, is het directe verband van het dagverloop met de *zonshoogte* duidelijk en waar dit verband analoog is met dat voor het aardmagnetisme, waarvan wordt aangenomen, dat de invloed van de zon op de hoogere luchtlagen de oorzaak moet zijn, ligt hierin een bemoedigende aanwijzing, dat niet alleen het verschil in dag- en nacht-luchtstoringen doch ook deze dagelijksche gang wijzen op den electricischen toestand der hoogere luchtlagen als bron.

Waar in de gematigde streken van midden Europa de zonshoogte nooit boven  $70^\circ$  stijgt, is aldaar het dagverloop, symbolisch door  voorgesteld, vermoedelijk het heerschende, dus eenvoudig een gelijkmatig dagverloop overgaande in een krachtig nachtverloop, terwijl hoogstens gedurende de zomermaanden een geringe verheffing der middag-luchtstoringen intreedt.

De slechte middagen, zooals die hier in Indië voorkomen, met luchtstoringen die in sterkte de nachtstoringen naderen, zijn in Europa (afgezien van die verwekt door onweders) dan ook zooverre mij bekend, niet waargenomen.

Juist deze middagstoringen veroorzaken het kenmerkend verschil tusschen Europa en de tropen en naast de sterkere absorptie-dalen zijn het die middagstoringen, die de toepassing der draadlooze telegrafie zoo buitengemeen lastig maken in deze tropische gewesten.

Behalve nu het *algemeen* dagelijksch verloop der luchtstoringen op de diverse stations, uitgedrukt door de vorenbedoelde drie symbolische figuren, valt nog op enkele merkwaardige punten te wijzen.

Alle dagverloopen toch zijn af te leiden uit die voor Sitoebondo in *Augustus*. We zien daar een bijna symmetrisch verloop van den middag t.o.v. den morgen.



Dit typeerend verloop is als volgt:





Bij zonsopgang zijn de luchtstoringen reeds verzwakt, vergeleken bij de sterkte der nachtstoringen; zij bereiken echter pas een minimum eenigen tijd ( $\frac{1}{2}$  à 1 uur) na zonsopgang, zwellen dan weer aan, totdat ca. 2 uur na zonsopgang een maximum is bereikt, nemen dan geleidelijk af tot den middag, klimmen verder symmetrisch tot 3 uur namiddags, worden een minimum ca. 1 à  $1\frac{1}{2}$  uur voor zonsondergang, om daarna tot de nachtluchtstoringen te klimmen. *Stijgende zonshoogte*, heeft dus *vermindering* van luchtstoringen ten gevolge terwijl een extra vermindering plaats heeft bij zonshoogten tusschen  $15$  à  $30^\circ$ .



Voor *Sitoebondo* blijft dit verschijnsel markant voor bijna alle jaargetijden; voor de beide andere stations, speciaal Ambon, zijn slechts hier en daar aanwijzingen (voor de maand October b.v. is het voor alle drie de stations markant).

De reden voor deze twee extra minima is vooralsnog niet duidelijk.

Uit de maand Augustus ontstaan nu de drie hoofdtypen  op eenvoudige wijze. Bij *kleinere* zonshoogte worden de toenemingen bij 8 en 3 uur rudimentair (zie b.v. de Koepanglijn (••••) over Juli en Augustus en de Ambonlijn (—•—•—) over Mei (fig. 9) waardoor vanzelf de  vorm ontstaat.



Bij grootere zonshoogte wordt de morgenverhooging steeds meer rudimentair, de middagverhooging ontwikkelt zich steeds meer; als fraaie demonstratie van deze ontwikkelingswijze, mag de *Sitoebondo*-lijn over September gelden, die zich duidelijk uit de Augustuslijn heeft gevormd door verlaging van de betrekkelijke morgenwaarde en verhooging van de middagwaarde. Ofschoon de algemeene vorm daarbij dezelfde is gebleven, is de kromme sterk onsymmetrisch geworden. Wordt deze onsymmetrische beïnvloeding voortgezet dan krijgt men het zuivere kenteringstype van het symbool  waarvan vooral de Aprillijn voor Ambon (—•—•—) een prachtig type is; echter ziet men in de overeenkomstige lijnen der beide andere stations (— en ••••) nog duidelijk de oorspronkelijke markante hoewel vervormde punten der Augustus-*Sitoebondokromme* waaruit ze is ontstaan. De Ambonlijn van Mei (—•—•—) geeft een typisch markanten schakel tusschen het  symbool van April en  symbool van Juni. Gaat de onsymmetrie-verwekkende invloed van de zon door grootere zonshoogte nog verder, dan krijgen we het Westmoesson beloop ( symbool) doch ook in deze lijnen b.v. December en Maart voor *Sitoebondo* (—) is nog de oorspronkelijke vervormde Augustusvorm te zien.

Resumeerend meen ik dus het volgende te mogen aannemen:

### Hypothese.

#### I. Aandeel der hoogere luchtlagen.

De bron der luchtstoringen 3e categorie is gelegen in het electrisch gesproken steeds beweeglijk spiegelvlak op ca. 180 KM. hoogte. De bewegingen geven aanleiding tot luchtstoringen in de onderste lagen, waarvan de sterkte afhankelijk is van de al of niet beschijning door de zon van de midden- en benedenlagen, dus van *dag* en *nacht*. Behalve deze voortdurende beweeglijkheid, die niet met de zon behoeft samen te hangen en dit vermoedelijk ook niet doet, brengt de zon dit spiegelvlak in een golvende beweging, die de zon volgt op een wijze ongeveer zooals eb en vloed door den maansinvloed ontstaan, maar dan een eb en vloed, die electrisch moeten worden gedacht.

Deze invloed is het sterkst voor die plaatsen welke het sterkst door de zon worden beschenen, d.i. voor die, welke een breedte hebben overeenkomende met de zonsdeclinatie. Het symbool voor den daaruit voortvloeienden dagelijkschen gang is dan . De golving wordt zwakker, al naar mate de breedte der plaats meer van de zons-declinatie afwijkt; bij een verschil van 20–30 graden ontstaat de overgangsvorm in het dagverloop (symbool ) , terwijl bij meer dan 30° verschil de onsymmetrische vorm practisch ophoudt. Ongeveer 30° ter weerszijden bezijden van den zonsweg houdt derhalve deze electrische eb en vloed beweging globaal gesproken practisch op. Vandaar ook dat voor de stations *Koepang* en *Sitoebondo*, die als maximum ca. 34° en 31° buiten de zonsbaan liggen (Juni) de onsymmetrie geheel wegvalt in het dagverloop, terwijl in de dagkromme voor *Ambon* dat als maximum slechts 27 1/2° bezijden de zonsbaan ligt, altijd nog eenige, zij het ook geringe onsymmetrie van morgen t. o. v. middag uren blijft bestaan. Deze golving in den bovenspiegel geeft dus volgens mijn hypothese het aanzijn aan het algemeen *dagverloop* der lucht-electrische storingen wat den *vorm* van het verloop betreft. Hier zij er wederom op gewezen, dat men van andere zijde ook de golvende verandering in den loop van het aardmagnetisme op dergelijke wijze heeft moeten verklaren.

## II. Aandeel der lagere luchtlagen.

Wat de *sterkte* betreft, zijn hier echter blijkbaar atmosferische toestanden van de onderste lagen van den grootsten invloed. Eensdeels wijken de waarden voor de verschillende dagen van de maand dikwijls sterk af van het gemiddelde, anderdeels bleek de sterkte over het geheele jaar sterk veranderlijk en wel in vaststaand verband met de *moessons*.

Wat deze dagelijksche afwijking van het gemiddelde betreft, waarbij het algemeen verloop echter gewoonlijk niet wordt aangetast, zoo is reeds gebleken, dat de luchtstoringen gewoonlijk boven het gemiddelde stegen, indien zware bewolking en sterke wind samenvielen, terwijl zeer lage dagwaarden ten opzichte van het gemiddelde werden verkregen voor helderen hemel, bij weinig wind. Klimatologische invloeden der onderste lagen dus.

Wat den jaarlijkschen gang betreft, bleken de *windrichting* en *kracht*, *niet* de vochtigheid als oorzaak te moeten worden beschouwd. Inderdaad schijnt gedurende den Westmoesson de electriche toestand van de onderste lagen een maximum te bereiken, naar de directeur van het meteorologisch observatorium mij mededeelde en hetgeen ook eenigszins wordt gedemonstreerd door de merkjes  $\text{?}$  en  $\text{?}$  op fig. 10, die aangeven op welke dagen onweer dan wel onoverkomelijk hevige luchtstoringen ( $4\frac{1}{2}$ —5) gewoonlijk in onweer overgaand (dus van de 1<sup>e</sup> categorie), optraden; de lengte der streepjes is een maat voor den geobserveerden duur (2 mm = 1 uur). Deze waarden zijn gehaald uit fig. 13 waarop voor elke maand dag en uur is aangegeven wanneer het onweerde of luchtstoringen  $4\frac{1}{2}$  à 5 voorkwamen.

We zien nu uit beide figuren, dat de eigenlijke onweders worden voorafgegaan door luchtstoringen  $4\frac{1}{2}$ —5 ( $\text{?}$ ) en wel op alle drie stations in de kentering voorafgaande aan den Westmoesson. *Ambon* moet hierbij niet te critisch worden beschouwd daar de onweders gewoonlijk 's middags optreden en *Ambon* 's middags slechts weinig proefperiodes had.

Aan het *eind van de kentering* begint het eerst werkelijk krachtig te onweeren (zie *Ambon* en vooral *Koepang*) terwijl gedurende den eigenlijken Westmoesson zelf dit onweder voor de verschillende stations anders verliep. *Koepang* had *geen* onweders, *Sitoebondo* juist het gros der onweders; het einde van den Westmoesson kenmerkt zich echter overal door sterke onweders afgewisseld door hevige luchtstoringen, terwijl ook de kentering voorafgaande aan den Oostmoesson en (vooral te *Sitoebondo*) tot het laatste toe, behept is met ontladingen. Algemeen gesproken zoude men zeggen, dat de Westmoesson en het daaraan grenzende grootste gedeelte der kenteringen zich kenmerken door veel onweders of sterke luchtstoringen van onwederachtig karakter; het heeft daarbij den schijn, dat het onweerscentrum zich verplaatst, daar de tijden b.v. voor *Sitoebondo* en *Koepang* elkander afwisselen, zonder dat zij veel over elkaar vallen.

Hoewel dus deze onweders, algemeen gesproken, vallen in die jaargetijden, waarin ook de meeste luchtstoringen voorkomen, zoo blijkt duidelijk bij aanschouwing van de storings-maxima in den Oostmoesson en de punten, waarop b.v. voor *Ambon* de enkele waargenomen onweders vallen, dat de onweders niet de *oorzaak* zijn van deze meer veelvuldige storingen. Te *Sitoebondo* b.v. zijn de middagstoringen te 12 u. W. T. in Januari—Februari ongeveer gelijk aan die in Juni—Juli; is eerstgenoemd tijdperk het jaargetijde van onweders per excellence voor *Sitoebondo*, Juni en Juli zijn er geheel vrij van. We moeten dus aannemen, dat de *absolute sterkte* der luchtstoringen afhangt van den electriche toestand der *onderste* lagen terwijl de dagelijksche gang en het verschil tusschen dag en nacht veroorzaakt wordt door inwerking van uit de bovenste lagen.

## III. Inwerking der hoogere luchtlagen op de lagere.

Hoe is nu echter deze inwerking mogelijk?

De wijze waarop deze werkingen resulteren, ligt geheel niet voor de hand. Oorspronkelijk was ik van oordeel, dat de in hoogere luchtstreken waaierende antipassaat de geladen deelen uit de hoogere lagen medenam, deze deelen door de dalende luchtstrooming over de geheele aarde

verdeelde doch de sterkste verticale strooming gaf op ca. 30° zuiderbreedte en daarna de geladen deeltjes met den moesson medevoerde en tegen de antenne als ionen aanslingerde. Het verschil in weg dien deze deeltjes te volgen hadden d.w.z. Australië in den Oostmoesson, den Grooten Oceaan in den Westmoesson, was voldoende om het verschil in sterkte te verklaren, daar het vaste land van Australië door begroeiing enz. gelegenheid tot neutralisatie gaf, de zee hoogstens een weinig.

Echter heb ik deze veronderstelling moeten verlaten en wel:

1. om de sterke bezwangering van den antipassaat te verklaren zoude deze veel hoger dan 60 K.M. moeten waaien. Volgens de nieuwste metingen van den meteorologischen dienst alhier, ligt deze luchtbeweging echter op 13—18 K.M. dus veel te laag om de beoogde rol van ionen-transporteur te spelen;
2. omdat bij deze verklaring van medegevoerde zware ionen, een geïsoleerde ontvang-antenne minder last van luchtstoringen zou moeten hebben dan een blanke.

Nu heb ik de proef genomen, waarbij het uiteinde der geïsoleerde antenne voorzichtigheidshalve ook nog geheel in isoleerend materiaal was ingegoten. Verschil in werking tusschen beide antenne-soorten viel ten aanzien van de luchtstoringen niet waar te nemen.

De in het gemeenschappelijk rapport aangehaalde werken van DIECKMANN, door wien werd aangetoond, dat indien de krachtlijnen van het statisch aardelectrisch veld van de antenne werden verwijderd gehouden door een omhullende, met de aarde aperiodisch verbonden beschermkooi, de luchtstoringen ophielden doch de seintekens bleven bestaan, gaven mij aanleiding tot de volgende mogelijke verklaring voor de samenwerking van onderste en bovenste lagen.

De spiegel op 180 K.M. hoogte is een geleidend vlak met veronderstelde oppervlakte-lading door inwerking uit het heelal. De aarde is dit ook. Tusschen beide vlakken bestaat een electrisch veld, en evenwijdig aan de beide vlakken loopen de equipotentiaal-vlakken. Het geheel is dus een reusachtige condensator met zeer veranderlijk diëlectricum. Van den aard van dit diëlectricum en van de *grootte der lading* der beide vlakken hangt nu de veldsterkte en eventueele, door ladingsverandering der bovenste lagen bepaalde, veldsterkte-*verandering*, af. Reeds bij de absorptie-theorie moest worden aangenomen, dat de tusschenlaag slechts als een bijna homogeen en verliezenloos diëlectricum mocht worden beschouwd, zoolang de zon de tusschenlaag *niet* bescheen, dus 's nachts. Bij beschijning door de zon ontstaat een tusschenlaag met van de aarde naar boven toe steeds veranderende diëlectriciteits-constante en veranderend geleidend vermogen, waardoor een naar de aarde terug buigen en breken der onder elevatie uitgezonden stralen (seintekens) mogelijk wordt, echter niet zonder energie-verlies, dus ook niet zonder geluidverzwakking. Dit geldt nu vermoedelijk ook voor dezen condensator. Kunnen de voortdurende evenwichts-veranderingen in de bovenste lagen zich 's nachts door statische inductie zonder verlies in de onderste lagen doen gevoelen, overdag zal, behalve de storingsoverdraging door inductie, energie-verlies plaats hebben in het geleidende diëlectricum, evenals bij een onvolkomen condensator, en de stoornis in de onderste lagen zal daardoor minder sterk zijn.

Deze verklaring voor het verschil tusschen dag- en nacht-storingen in het algemeen valt dus binnen het kader van aannemelijkheid en analogie met andere verschijnselen.

Dat de zon een dergelijke vermindering der luchtstoringen teweeg brengt, blijkt ook overdag voor die maanden (Oostmoesson maanden) waarbij zich de voren uiteengezette asymetrie door golving in de bovenlagen niet voordoet. Daar worden de storingen vanaf den nacht naar den middag geleidelijk zwakker om daarna weer sterker te worden. De verzwakkende zonnwerking neemt dus steeds toe met de stijgende zonshoogte.

Dat de aangenomen golving in de bovenlaag zich door inductie voortplant naar de onderlagen, is in het licht van bovenstaande zonder meer aannemelijk.

Rest nog de invloed (jaarlijksche) dien de meteorologische verschijnselen (moessons) in de onderste lagen op deze energie-overbrenging kunnen hebben.

Waar de veldsterkte ook wordt beheerscht door de lading in de onderste lagen nabij de aarde, moet verwacht worden, dat de storingen toenemen bij toenemende electriche lading van de onderste lagen. Inderdaad verzekerde mij de directeur van het meteorologisch observatorium te Weltevreden, zooals voren reeds gezegd, dat de electriche lading der onderste lagen met de moessons sterk verandert en in den Westmoesson door condensatie een maximum is; waar inderdaad de *plaatselijke* vochtigheid der moessons niet de oorzaak bleek, stond reeds te voren vast, dat de *electriche* toestand der moessons als oorzaak moest worden beschouwd, zoodat hiermede de invloed der moessons op den jaarlijkschen gang ook een verklaring heeft gevonden.

#### IV. *Werkingsfeer der luchtstoringen.*

Waar de induceerende laag op een hoogte van ca. 180 KM. wordt verondersteld, is het duidelijk, dat een plaatselijke, zelfs puntvormige verandering der lading in het bovenvlak, over een tamelijk groote oppervlakte op de aarde merkbaar is, zoodat geen twijfel bestaat, dat in sommige gevallen dezelfde storingen worden waargenomen op stations, die een paar honderd kilometer uit elkaar zijn gelegen, maar met verschillende sterkte. Hierdoor kwam ECCLES tot zijn theorie. Het is echter volstrekt niet noodig, dat bij de gouvernements-stations, die minstens 900 KM. uit elkaar liggen, precies dezelfde storingen op twee stations tegelijk worden waargenomen; inderdaad bleek het tegendeel dan ook het geval. Deze beide practische waarheden, gevoegd bij de onmogelijk gebleken theorie van een storingscentrum in de lagere luchtlagen zelf, zijn een aanduiding temeer voor het niet onlogische mijner veronderstellingen. Dat de storingen in de gematigde streken over het algemeen geringer zijn dan in onze gewesten, is hiermede niet in strijd. De electriche lading der onderste lagen is daar, behalve in den zomer, geringer dan in de tropen, terwijl de storing in de hoogere lagen niet voor alle breedten dezelfde behoeft te zijn, al is hiervan, naar ik meen, weinig bekend.

Hiermede lijkt een aannemelijke hypothese verkregen te zijn, die voor zooverre mij bekend niet door bepaalde feiten wordt wedersproken en die geheel parallel loopt met hypothesen op ander gebied, betreffende Noorderlicht, aardmagnetisme en absorptie van electriche golven in den dampkring. Van de hoogere luchtlagen is echter te weinig bekend om meer stellige bewijzen voor de hypothese te kunnen aanvoeren.

#### V. *Wegwerken der storingen op grond van mijn hypothese.*

Is de hypothese echter juist, dan is een middel tot opheffing der luchtstoringen mogelijk en wel het middel door DIECKMANN gegeven in den vorm van een aperiodische beschermkooi, die plaatselijk boven de antenne het aardveld opheft en de krachtlijnen vrij houdt van de antenne.

Waar het natuurlijk niet *à priori* zeker is, dat de luchtstoringen, die DIECKMANN observeerde, van dezelfde soort zijn als die, welke hier voorkomen, hij zelf zich niet met absolute zekerheid uitdrukt en de leidende firma's van zijn uitvinding, zooverre mij bekend is, geen gebruik hebben gemaakt hoewel zijn publicatie niet nieuw is en het belang zoo groot, meende ik terwille van de toekomst der draadlooze telegrafie de proef te moeten herhalen. Dit geschiedde na beëindiging der jaarproefnemingen gedurende mijn verblijf te Batavia, onder vriendelijke medewerking van het departement van Marine, dat mij het ophangen der proefantennes aan haar antenne-steunpunten toestond. De proefantenne bestond uit een verticalen blanken bronsdraad van 1.5 mM.  $\varnothing$  en ca. 30 meter hoogte, geïsoleerd boven opgehangen in een vierkante prismatische beschermkooi, zooals die door DIECKMANN wordt aangegeven.

Deze kooi bestond uit vier 30 meter lange verticale geteerde touwen, welke op elken halven meter hoogte verbonden waren door een horizontalen vierkanten ring van gegalvaniseerd ijzerdraad No. 8. De zijden dezer vierkanten hadden een lengte van 50 cM., de touwen waren aan de hoekpunten der vierkanten verbonden. Langs één der touwen liep ter aarding van de

ijzerdraad-vierkanten een constantaandraadje van hoogen weerstand, waardoor de draadringen aperiodisch aan de aardpotentialaalen werden gelegd en zoo de kooi vormden; ook werden later de ringen geaard door een koperdraad over grooten weerstand. Het stations-luchtnet werd eveneens over een weerstand geaard en zoo aperiodisch gemaakt. Dit is noodig omdat anders aankomende luchtstoringen de hoofdantenne aanstooten en deze electricch doen slingeren waardoor de storing op de meetantenne wordt overgebracht. Het resultaat was, dat inderdaad de vangkooi op een *avond* na sterken middagregen, dus met de grootste kans dat onweders zich hadden ontlast, de nog aanwezige *nacht*-luchtstoringen 3<sup>e</sup> categorie *geheel deed wegvallen*, terwijl op een namiddag, toen zichtbaar verwijderd onweder aanwezig was, de toen overheerschende luchtstoringen 1<sup>e</sup> categorie *bleven bestaan*. Hier blijkt dus het principieele verschil tusschen beide soort luchtstoringen.

De aperiodische beschermkooi toch is er op gebouwd, om door aperiodische aarding het aardveld van de antenne verwijderd te houden, is echter *niet* in staat storingen met een bepaalde periodiciteit als de storingen 1<sup>e</sup> categorie buiten te sluiten, mag dit ook niet doen, daar anders de seintekens *eveneens* zouden wegvallen.

Deze proef, in samenhang beschouwd met het feit, dat het gebruik eener van isolatie voorziene antenne niets uitwerkte, bevestigt dus:

1e. dat de luchtstoringen der 1<sup>e</sup> categorie, samenhangend met onweder, evenals seintekens, een bepaalde frequentie hebben (dus wisselstroom zijn);

2e. dat de storingen der 3<sup>e</sup> categorie, dat is de meest optredende soort, niet van onweders afkomstig zijn, doch te beschouwen zijn als veranderingen in het electrostatische aard-veld. Waar het verschil tusschen dag- en nacht-luchtstoringen dezer categorie sterk is, moet aangenomen worden, dat deze veranderingen in het *aardveld* slechts *secundaire* verschijnselen zijn, welke worden opgewekt door overeenkomstige veranderingen in de hoogere lagen.

3e. dat de zonestraling daarbij geen ander effect heeft, dan dat zij de inwerking van hoogere op lagere lagen verhindert door de gedeeltelijke ionisatie der middenstof, welke zij geleidend maakt. *De zon bewerkt dus indirect* het verschil tusschen *dag*- en *nacht*-luchtstoringen 3<sup>e</sup> categorie;

4e. dat het *dagelijksch verloop* waardoor vooral bij *grote zonshoogte* de morgenstoringen veel minder geprononceerd zijn dan de middagstoringen, moet veroorzaakt worden door een golving zooals die ook ter verklaring van de dagelijksche afwijkingen in het aardmagnetisme moet worden aangenomen.

Deze golving is vermoedelijk een soort electriche eb en vloedbeweging door den zonsinvloed, welke beweging zich in de hoogere lagen uitstrekt over een band van hoogstens 30° ter weerszijden van de zonnebaan, zoodat daarvan op plaatsen met een breedte, welke meer dan 30° van de zons-declination afwijkt, niets wordt bemerkt. Het is ook *niet* onmogelijk, dat deze golving ontstaat door verschil in ionisatie der lagen als een gevolg van de aardbeweging *om* de zon.

In fig. 24 is bovenaan, *over een geheel* jaar gemiddeld, het dag- en nachtverloop der luchtstoringen te Sitoebondo aangegeven. Het gestippelde gedeelte gedurende den nacht is daarbij met enig wantrouwen te beschouwen, daar het aantal observaties over dit gedeelte gering is.

We zien echter voor den „*gemiddelden jaardag*” in den voormiddag de inzinking, in den namiddag de *versterking* der luchtstoringen, een vrij steilen overgang naar den nacht gedurende welken, hoewel flauw, dezelfde verschijnselen in omgekeerde volgorde optreden, n.l. *versterking* der luchtstoringen in den voornacht en *vermindering* in den nanacht, daarna weer vrij steile overgang van den nacht op den dag.

Zetten we dit verschijnsel polair uit op de draaiende aarde (fig. 24 onderaan) dan krijgen we voor *dag* en *nacht* twee opmerkelijke figuren, n.l. ongeveer twee *halve eieren* van verschillende grootte, met de punt naar de richting wijzend, waarin de aarde om de zon beweegt. Deze eivormige

dag- en nachtdiagrammen, gaan met schuine lijnen in elkaar over. Klaarblijkelijk begint deze overgang bij zonsopgang op het oogenblik, dat de zonnestraal langs de aarde heen het hoogste punt *a* van den dampkring boven het station treft, d. i. eenigen tijd vóór zonsopgang van de plaats zelf. De laag wordt dus blijkbaar van boven naar beneden geleidelijk geïoniseerd en de geheele laag boven het station wordt eerst getroffen op het punt van opgang voor *de plaats zelf*; deze ionisatie van de laag zet zich nog ca. 1 uur na zonsopgang voort.

Bij zonsondergang zien we het omgekeerde. Deze overgangen toonen eigenlijk reeds, dat de *hoogere lagen boven het station zelf* de bron zijn, anders zoude de geleidelijke belichting van boven naar beneden van de dampkringzuil, juist boven het station, niet van zooveel invloed kunnen zijn.

Volgens mijn zienswijze worden dus de luchtstoringen beheerscht door electriche leiding en veranderlijkheid der *bovenste* dampkringslagen, dito der *onderste* dampkringslagen en door den toestand (zonbestraling) van het volkomen (nacht-) of onvolkomen (dag)-diëlectricum tusschen beide lagen, die een condensator vormen.

Na de bemoedigende resultaten met de Dieckmann'sche kooi verdient het ernstige overweging, deze, in handiger vorm omgebouwd, op de proefstations aan te brengen en in beproeving te nemen, daar de meest voorkomende luchtstoringen der *3e* categorie alsdan kunnen wegvallen, evenals die van de *2e* categorie (regen-luchtstoringen), zoodat dan slechts de zeldzaam optredende *1e* categorie overblijft, welke op andere wijze zal moeten worden weggewerkt.

*De Sitebondo-leider,*

C. J. DE GROOT.

## Hoofdstuk V.

### BIJLAGE 1.

#### Beschouwingen van den Sitoebondo-leider betreffende de nadeelen verbonden aan het gebruik van de vliegwielschakeling bij een ontvangtoestel.

#### KORTE INHOUD.

##### *Redenen tot het onderzoek.*

- A.* Vooral *Sitoebondo* heeft bij ontvangst der signalen van *Koepang* en daarbij geschakeld op 1600 meter, hinder van storing door scheepszenders werkend op 600 meter. . . . . Blz. 125.
- B t/m. E.* Redenen waarom de *vliegwielschakeling* daarvan werd verdacht. . . . . „ 125 t/m. 126.
- F.* De *vliegwielschakeling* is gevoelig voor *verschillende golflengten* (Bedrijfs- en parasiteerende golf) . . . . . „ 126.
- Deze golflengten ontstaan door *koppeling* der twee *kringen*, waaruit de vliegwielschakeling bestaat; overeenstemming met de theorie wordt aangetoond . . . . . „ 126 „ 129.
- G.* Hoe geprononceerder het principe van *vliegwielschakeling* wordt toegepast (hoe grooter de capaciteit van den vliegwielkring), des te slechter het ontvangrendement). . . . . „ 129 „ 130.
- De *vliegwielschakeling* moet niet als zuiver *capacitieve verlenging* worden beschouwd, doch als *gekoppeld systeem*. . . . . „ 130.
- Resumeerend* . . . . . „ 131.
- Gevolgtrekking voor de practijk* . . . . . „ 132.

# Hoofdstuk V.

## BIJLAGE 1.

### Beschouwingen van den Sitoebondo-leider betreffende de nadeelen verbonden aan het gebruik van de vliegwielschakeling bij een ontvangtoestel.

Reeds in het begin van het proefjaar, ja zelfs daarvóór, bleek vooral te *Sitoebondo*, gelegen nabij de haven van Soerabaja, welke geregeld wordt aangedaan door handels- en Marineschepen, voorzien van draadlooze installaties, dat de toch al zwakke ontvangst van *Koepang* dikwijls onoverkomelijk werd gestoord door seintekens afgegeven met een golflengte van ca. 600 meter, afkomstig van schepen in zee of ter reede van Soerabaja.

A. Waar de door *Koepang* uitgezonden golf een lengte had van boven 1600 meter en de afstemscherpte (b.v. vergeleken met de afwijkende golflengte van Ambon) hoewel niet overdreven groot, toch nogal afdoende was, kon, zelfs gezien de korte afstand waarop de storende stations zich soms bevonden, moeilijk de veroorzaakte storing aan directe beïnvloeding, buiten resonantie, door de opgedrukte golf worden geweten.

Al zijn gewoonlijk de uitgezonden scheepsgolven op 600 meter tamelijk sterk gedempt, hetgeen een gevolg is van groote stralingsdemping bij deze golflengte, welke demping voor een normale scheeps-antenne reeds ca. 0.05 is (zoodat totaal-demping = 0.07-0.1) toch kan bij een golflengte-verhouding van ca. 1 op 3 het geluid niet diermate overweldigend hinderlijk zijn.

B. Te meer bleek directe beïnvloeding niet de oorzaak, daar dan bij een afstemming op nog grootere dan 1600 meter golf, het geluid van de storende 600 meter golf in ieder geval *zwakker* moest worden, daar het verschil tusschen de storende golf en de golf waarop is afgestemd, steeds grooter wordt.

Het omgekeerde had echter plaats. Bij vergrooting der ontvangen golflengte, door draaiing van den condensator van den vliegwielschakeling, werd het storend geluid *sterker* in plaats van zwakker (de teekens van *Koepang* namen natuurlijk sterk af).

Een tamelijk vlak en dus slecht gedefinieerd geluids-maximum werd bereikt voor den condensatorstand, waarbij de ontvanger was afgestemd op 1800 meter.

C. Deze laatste omstandigheid maakte de verklaring aannemelijk, dat bij het aanstooten van de ontvang-antenne door de 600 meter-golf, deze antenne niet in de grondgolf trilde, doch als 3e harmonische van de ca. 1800 meter, waarop was afgestemd. Deze 3e harmonische kan nl.



gemakkelijk ontstaan, daar hiervoor de bestaansvoorwaarden op de antenne, d. i. geïsoleerd bovenende en geaard onderende, dezelfde zijn, als voor de grondgolf.

Met deze verklaring werd geruimen tijd genoeg genomen en dus werd door de leiders eenparig gewezen op de wenschelijkheid om op „fixe“-stations, waar men deze storingsmogelijkheid zoude willen ondervangen, een bedrijfsgolflengte in te voeren van 2400 meter of zoo dicht mogelijk daarbij. Bij deze golf toch, die na eventueele antenne-wijziging ook door de bestaande stations nog behoorlijk rendabel kan worden geproduceerd en die minder onderhevig is aan absorptie dan de nu gebruikte, is tevens de bestaansmogelijkheid van een opgedrukte 600-meter golf als hogere harmonische zoo sterk mogelijk voorkomen. Aangezien toch deze golf als 4e harmonische zoude moeten optreden d. i. met *spanningsbuiken* aan *beide* uiteinden der antenne, terwijl bij ontvangst op 2400 meter het voetpunt der antenne is geaard, is het practisch geheel onmogelijk, dat deze harmonische op de antenne bestaat.

D. Te *Sitobondo* werden intusschen tot het wegwerken dier storingen, buiten de proefperiode, proeven genomen met een mailboot ter reede van het zeer nabij gelegen Panaroekan waarbij diverse spoelen en bijbehorende verschillende condensatorstanden werden gebruikt en waarbij in stede van het Koepangstation, de golfmeter met zoemer voor ontvang-teekens van groote golflengte zorgde, hetgeen grootere vrijheid gaf in het kiezen van de ontvanggolflengte.

Toen bleek, dat de storende 600 meter golf in het algemeen wel als 3e harmonische en dan met zeer groote afstemscherpte, optrad, doch dat deze scherp gedefinieerde stand in het algemeen niet samenviel met het vlakke maximum onder B bedoeld. Bij de door Telefunken geïnstalleerde ontvangcombinatie was dit dus meer *toevallig* het geval.

E. Zoodra zulks duidelijk voor oogen stond, was dus de onder C bedoelde uitlegging onvoldoende om het verschijnsel te verklaren en ontspan zich tusschen de leiders een zeer geanimeerde gedachtenwisseling waarvan het resultaat was, dat speciaal de z.g. vliegwielschakeling de oorzaak bleek te zijn.

In wezen toch bestaat deze uit twee vast gekoppelde, op elkaar in het algemeen niet afgestemde kringen, waarvan de koppelende, gemeenschappelijke zelfinductie op den detectorkring werkt. Deze omstandigheid verklaart de mogelijkheid van gevoeligheid voor meer dan een golflengte.

#### F. Gevoeligheid van de vliegwielschakeling voor verschillende golflengten.

De ondergeteekende heeft daarop stelselmatige proeven gedaan om dezen gedachtengang verder uit te werken.

1e. De proef met de *hogere harmonischen* werd herhaald, doch *niet* onder gebruikmaking van de, in het gemeenschappelijk rapport omschreven, C-schakeling (vliegwielschakeling), doch met de A- en B-schakelingen (serieschakelingen) waarbij het ontstaan van andere parasiteerende golven dan de harmonischen was uitgesloten.

Hierbij bleek, dat de oneven harmonischen, d. i. bij afstemming van de ontvangantenne op een oneven veelvoud van de storende golflengte, tamelijk krachtig hoorbaar bleven; de even harmonischen niet. De vlakke, onder B bedoelde maxima der vliegwielschakeling, waren echter *niet* aanwezig. Derhalve bleek, dat ook de andere schakelwijzen gevoelig waren voor oneven harmonischen, zoodat de wenschelijkheid van het gebruik van een bedrijfsgolf van 2400 meter of van een andere golf, waarvoor de scheepsgolf een *even* harmonische is, bleef bestaan.

2e. Het zoo hinderlijke, parasiteerende, vlakke maximum van de vliegwielschakeling, spottend met elke afstemming, was derhalve werkelijk *een gevolg van deze speciale schakeling* die feitelijk uit twee gekoppelde kringen bestaat; daardoor treden koppelingsgolven op en waar de gekoppelde kringen in het algemeen niet in resonantie waren, waren zeer ver uit elkaar liggende golven ook bij niet extrême-vaste koppeling, mogelijk.

De theorie dezer gekoppelde kringen, welke *niet* op elkaar zijn afgestemd, is in het

algemeen weinig bekend, daar men zich in de draadlooze telegrafie bij voorkeur moeite geeft om alle kringen, ter bereiking van een groot nuttig effect, juist zooveel mogelijk op elkaar af te stemmen.

De wetten der koppeling voor op elkaar afgestemde condensatorringen zijn dan ook elken radiotechnicus bekend, aangezien hij deze wetten in de practijk herhaaldelijk noodig heeft.

Veel belangstelling voor koppeling van *niet* op elkaar afgestemde kringen kon bij technici niet worden verondersteld, aangezien toepassing in de practijk tot de uitzonderingen behoort.

Inderdaad was het nu behandelde probleem vrij wel het eerste van dien aard, dat mij onder oogen kwam.

Mogen derhalve bijna alle handboeken over draadlooze telegrafie dit probleem onbehandeld laten, toch is het gelukkig dat theoretici, ongeacht het weinige practische nut, dat men van de toepassing mocht verwachten, dit geval om zijn algemeenheid en als wiskunstige puzzle wel degelijk hebben uitgewerkt.

Het resultaat van deze uitwerking is te vinden in het bekende leerboek van Prof. J. A. FLEMING, 2e editie, blz. 269 en 270.

Aldaar is het geval behandeld van twee kringen, die in ongekoppelden toestand de golflengten  $\lambda_1$  en  $\lambda_2$ , hebben en die men zóó koppelt, dat de koppelingsgraad  $K$  is.

Aangenomen wordt dat de demping der beide kringen, voor zooverre deze invloed heeft op de frequentie, is te verwaarloozen. Dan treden in *elken* kring *twee* golven op, paarsgewijze van gelijke golflengte.

Deze beide golflengten zijn:

$$\lambda_{1_1} = \sqrt{\frac{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 + \sqrt{(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)^2 + 4k^2 \lambda_1^2 \lambda_2^2}}{2}} \quad (\text{I})$$

$$\lambda_{1_2} = \sqrt{\frac{\lambda_1^2 + \lambda_2^2 - \sqrt{(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)^2 + 4k^2 \lambda_1^2 \lambda_2^2}}{2}} \quad (\text{II})$$

Waar in de practijk zoo weinig gelegenheid is geweest, om deze formule aan de werkelijkheid te toetsen, bood het onderzoek betreffende de vliegwielschakeling welkome aanleiding om na te gaan, of deze formule op het onderhavig geval mocht worden toegepast, hetgeen reeds daarom te bezien stond daar de kringen door afgifte van energie aan den detector sterk gedempt waren.

Uit de formule (I) en (II) volgt zonder meer

$$\lambda_{1_1}^2 + \lambda_{1_2}^2 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 \quad (\text{III})$$

en

$$1 - k^2 = \left(\frac{\lambda_{1_1}}{\lambda_1}\right)^2 \cdot \left(\frac{\lambda_{1_2}}{\lambda_2}\right)^2 \quad (\text{IV})$$

Eenige contróle voor de waarschijnlijke juistheid dezer formules wordt verkregen door  $\lambda_1 = \lambda_2$  te stellen in welk geval de formules (III) en (IV) moeten overgaan in de gebruikelijke formules voor koppeling van kringen in resonantie:

$$\text{(III) wordt: } \lambda_{1_1}^2 + \lambda_{1_2}^2 = 2 \lambda^2 \quad (\text{V})$$

$$\text{(IV) wordt: } 1 - k^2 = \frac{\lambda_{1_1} \cdot \lambda_{1_2}}{\lambda^2} \quad (\text{VI})$$

Inderdaad volgen (V) en (VI) uit de navolgende bekende uitdrukkingen voor de koppelingsgolven van twee, vóór koppeling op de golflengte  $\lambda$ , afgestemde kringen:

$$\begin{aligned} \text{nl. } \lambda^1_1 &= \lambda \sqrt{1-k} \\ \lambda^1_2 &= \lambda \sqrt{1+k} \end{aligned}$$

Zoals dus boven uiteengezet, verlangt de theorie, dat in elk *der beide kringen* twee golven optreden van lengten  $\lambda^1_1$  en  $\lambda^1_2$ .

Nu zal echter de amplitude dezer twee golven zeer verschillend van grootte zijn en wel zijn de geïnduceerde Emk's evenredig met de frequentie dus omgekeerd evenredig met  $\lambda^1_1$  en  $\lambda^1_2$  terwijl de schijnbare weerstand van den kring voor beide golven zeer verschillend is. Waar de kringen afgestemd zijn op een golflengte, die niet ver van een der twee koppelingsgolven af ligt, zal de amplitude dier meest nabij liggende koppelingsgolflengte begunstigd worden ten koste van de amplitude der andere, zooveel buiten afstemming gelegen koppelingsgolf en dit in tegenstelling met het geval dat vóór de koppeling tusschen de twee kringen afstemming was verkregen, waarbij de amplitude der beide koppelingsgolven ongeveer even groot is. Hiervan is reeds in het begin der D. T. gebruik gemaakt om bij den gekoppelden zender één der beide koppelingsgolven te onderdrukken.

Te verwachten was dus, dat na koppeling de *antenne* het sterkst zoude aanspreken op die *koppelingsgolf*, die het dichtst bij de andere ongekoppelde antenne-afstemming was gelegen, terwijl de vliegwielerkring het sterkst dient aan te spreken op de andere *koppelingsgolf*, die het dichtst nabij de ongekoppelde vliegwieler-afstemming lag.

De *niet* bevoordeelde koppelingsgolflengte moet echter, zij het ook met zeer kleine amplitude, aanwezig zijn. Deze amplitude neemt toe van *onhoorbaarheid* bij *zeer groot verschil* in afstemming tusschen antenne en vliegwielerkring, tot een amplitude, gelijk aan die van de bevoordeelde koppelingsgolf, bij *afstemming* tusschen beide boven bedoelde kringen.

Hiermede gaat gepaard een steeds stijgend energieverlies van de *bevoordeelde* golf, welker energie wordt omgezet in energie voor de *onbevoordeelde* koppelingsgolf, naarmate men den vliegwielerkring meer in afstemming brengt met de antenne, d.i. in het praktische geval voor de drie stations, naarmate de *capaciteit* van den *vliegwielerkring* *groter* wordt gemaakt.

Dit is proefondervindelijk bevestigd, waarover onder *E* meer.

Allereerst moest nu worden vastgesteld, of werkelijk het verband (III) bestond en of in elke der beide kringen één of meer golven optraden. Hiervoor was het ontvangapparaat minder geschikt, daar de secundaire spoel direct wordt beïnvloed door de koppelspoel d.i. door *beide* kringen, zoodat scheiden van de bij elken kring behorende golflengten niet mogelijk is. Verder vergemakkelijkt de antenne het ontstaan van hoogere harmonischen, die verwarring konden geven en daarom werd gewerkt volgens de schakeling fig. 25.

Hier is de kring  $K_1C_2$  de vliegwielerkring, waaraan echter ter meting van de optredende koppelingsgolven een meetwinding  $K_2$  is ingeschakeld, die nòch de eigenslingering van kring  $K/C_2$  nòch de koppeling met den antennekring merkbaar beïnvloedde.

De spoel  $K$  is dezelfde, die in de praktijk ook voor koppeling in het ontvangapparaat wordt gebruikt,  $C_2$  eveneens de vliegwielerkring-condensator.

De antenne is echter om bovenbedoelde reden vervangen door een equivalente capaciteit  $C_a$  en equivalente zelfinductie  $L_a$ .

$L_a$  werd tevens benut om de in den kring I optredende golven af te luisteren. Door derhalve de afhoorspoel A van den aperiodischen afhoorkring A. D. T. beurtelings met  $K_2$  en  $L_a$  te koppelen, observeerde men de optredende frequenties in de kringen (I) resp. (II).

Het heele systeem (I) (II) werd nu door koppeling met den golfmeter met zoemer G geëxciteerd en de golflengte door G opgewekt geleidelijk veranderd.

De kring I werd daarbij op *constante golflengte* gehouden; van den kring II werd de golflengte van een minimumwaarde opgevoerd tot nabij de afstemming met kring I.

*Geconstateerd werd nu:*

1e. dat zoolang de afstemming van kring II verre afwijkt van die van kring I in ongekoppelden toestand, in *elken* kring in het algemeen slechts *één golf* door A kan worden afgehoord en wel in I die, welke overeenkomt met de grootste koppelingsgolf; in kring II die, welke met de kleinste koppelingsgolf overeenkomt. Beide deze golflengten zijn duidelijk afhoorbaar.

Dat echter de *tweede* koppelingsgolf steeds, zij het met *onhoorbare* amplitude, inderdaad aanwezig is, blijkt in de buurt van die standen van  $C_2$  waarbij afstemming tusschen de ongekoppelde kringen I en II bestaat.

In dit geval komt bij naderende resonantie de tweede koppelingsgolf steeds krachtiger op.

In de praktijk, waar zooals zal blijken de afstemming der kringen I en II zeer ver uit elkaar ligt, ontstaat dus in elken kring slechts *één* golf van merkbare amplitude en wel voor elk der kringen I en II een verschillende golf; de amplitude van de andere koppelingsgolf is onwaarneembaar klein.

De golf die in kring I overheerscht, komt overeen met de koppelingsgolf  $\lambda_1$  (I blz. 127) de golf die in kring II overheerscht, correspondeert met de koppelingsgolf  $\lambda_2$  (II blz. 127).

Deze beide golven bleken werkelijk vrij nauwkeurig tot elkaar in verband te staan, als uitgedrukt door de voorwaarden (III) en (IV) blz. 127, waarbij dient aangeteekend dat voor  $k$  werd genomen  $k = \sqrt{\frac{C_a}{C_2}}$ , hetgeen voor de bedoelde schakeling practisch toelaatbaar is.

2e. ook bij genoegzaam ver verwijderde afstemming der kringen I en II traden in sommige gevallen in kring I *twee* trillingen op inplaats van één, in tegenstelling met kring II waar ook in dat geval slechts *één* golf merkbaar optrad.

Dit uitzonderingsgeval was zeer lastig in te stellen, daar het op zeer nauwkeurige afstemming aankwam. Was de instelling verkregen dan bleek, dat in *gekoppelden* toestand de beide golflengten tot elkaar in verhouding stonden als 3 : 1 of 5 : 1; een grootere verhouding was niet in te stellen.

Uit dit alles blijkt, dat bij gebruik van de vliegwielschakeling ook gevoeligheid voor twee golven zal resulteren, daar bij het ontvangtoestel *beide* kringen door  $k$  op den detector werken. De eene golf is de *bedrijfs*golf, de andere een parasiteerende, die vooral *dan* krachtig optreedt, indien beide golven in oneven onderlinge verhouding tot elkaar staan.

Daardoor is de mogelijkheid ontstaan van krachtige storing. Deze eigenschap kan *ten goede* worden aangewend: voor de ontvangst van golven, die kleiner zijn dan de eigenslingering van het lucht-net (scheepsgolven) terwijl men eigenlijk op grootere golf werkt. Maar overigens is het duidelijk, dat de energie dezer parasiteerende golf *energie-verkwisting*, dus *slecht ontvang-rendement* beteekent, daar deze energie voor ontvangst van de lange bedrijfsgolf verloren is. Deze energie-verkwisting wordt een maximum voor het geval, waarbij de parasiteerende koppelingsgolf dezelfde energie verslindt als de voor het bedrijf gebruikte; dit geval doet zich voor indien *ongekoppeld* de beide kringen in resonantie zijn of *ongekoppeld elkaars oneven harmonischen*.

Ook betreffende deze energie-verkwisting werden practische gegevens verzameld.

G. *Waarnemingen werden gedaan omtrent de energie-opneming als functie van het meer of minder sterk doorgevoerde principe van de vliegwielschakeling.*

Daarbij werd (zie fig. 26) de normale ontvangschakeling zoodanig veranderd, dat vóór den vliegwielkring  $K_1C_2$  in de antenne een variometer L werd geschakeld. Werd  $C_2$  nu nul gemaakt, dan was het mogelijk door middel van L op de bedrijfsgolf in te stellen; men had dan zuivere zelfinductie-verlengschakeling (B-schakeling).

Als men  $C_2$  geleidelijk grooter maakte, kon L geleidelijk *kleiner worden gemaakt* om op de bedrijfsgolf afgestemd te blijven, zoodat voor vergrooting van  $C_2$  van nul tot een maximum-waarde en gelijktijdige verkleining van L van een maximum tot nul, de bedrijfsgolf  $\lambda_1$  (zijnde

de grootste koppelingsgolf) constant werd gehouden en men dus hoe langer hoe meer van serie-schakeling (*B*-schakeling) op vliegwielschakeling (*C*-schakeling) overging.

Hierdoor ontstond een tweede koppelingsgolf  $\lambda_2$ , die, naarmate  $C_2$  grooter en  $L$  kleiner werd, veranderde, eerst in lengte toenam om daarna constant te verlopen en dan zelfs kleiner te worden (fig. 26 onderaan).

Nu liet men den golfmeter, met zeer constanten zoemer geëxciteerd, op de ontvang-antenne inwerken, waarbij de telefoon werd vervangen door een gevoeligen spiegel-galvanometer. Steeds zoo voordeelig mogelijk afstemmend, werd  $C_2$  vergroot en met  $L$  nagesteld en de uitslag van den galvanometer opgeteekend.

Gelijktijdig werden bepaald:

1e. de twee koppelingsgolven  $\lambda_1$  en  $\lambda_2$  waarvan de *eerste constant* de bedrijfsgolf = de constante golfmeter-golflengte was.

2e. de golflengten in *ongekoppelden* toestand, bij dat bewuste punt, van:

a. den kring: antenne -  $L$  -  $K$  - aarde;

b. den kring:  $K/C_2$  (vliegwielkring).

De resultaten voor een groot aantal standen van  $C_2$  met bijbehorende waarden van  $L$  zijn in fig. 26 (onder) aangegeven.

Op de horizontale coördinaat-as zijn de golflengten van den ongekoppelden kring  $K/C_2$  in meters ( $\lambda_2$ ) afgezet; op de verticale as de waarden die daarbij behoorden van  $\lambda_1$  (constant),  $\lambda_2$ ,  $\lambda_1$  en  $\lambda_2$  (in verband met de keuze der assen een rechte lijn).

We zien duidelijk, dat door het *constant houden* van de bedrijfsgolf (grootste koppelingsgolf  $\lambda_1$ ) de golflengte van de antenne in ongekoppelden toestand ( $\lambda_1$ ) steeds afneemt (variometer  $L$  wordt kleiner) naarmate ( $\lambda_2$ ) (d.i.  $C_2$ ) toeneemt

De parasiteerende koppelingsgolf  $\lambda_2$  neemt daarbij steeds toe van nul tot een flauw maximum (hier ca. 1150 meter) om daarna iets te dalen.

Inderdaad blijkt, dat:

1e. functie (III) bl. 127 voor alle waarden van  $C_2$  klopt.

2e. dat de uit  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_1$  en  $\lambda_2$  berekende waarden van  $K$  (IV blz. 127) genoegzaam nauwkeurig kloppen (geheel kloppen is theoretisch niet eens mogelijk) met een waarde voor  $K$  uit

$$K^2 = \frac{M_{12}^2}{L_1 L_2} \cong \frac{L_2}{L_1} \quad (\text{zie fig. 26 midden}).$$

Uit 1e en 2e blijkt derhalve, dat de theoretische formule voor gekoppelde condensator-kringen *buiten* resonantie, ook voor ons geval bevestigd wordt.

3e. dat de waarde van de parasiteerende golf  $\lambda_2$  een *flauw maximum* aanneemt dat in de practijk bij ons ontvangtoestel *niet* bij 1150 meter ligt (fig. 26 veronderstelt een bedrijfsgolf van 2170 meter) doch bij ca. 600 meter, waardoor voor belangrijke variaties van condensator  $C_2$ , d.i. voor *grote variaties van de bedrijfsgolf*, de 600 meter golf sterk storend blijft; dit maakt de storing nog veel hinderlijker, daar de bedrijfsgolf *zeer veel* veranderd moet worden om er aan te ontkomen.

4e. dat, niettegenstaande de zeer groote capaciteit van  $C_2$  n.l. maximaal bijna 3 draai-condensators parallel, de golflengte slechts wordt vermeerderd van 1730 meter tot 2170 meter, waaruit blijkt, dat men deze capaciteit niet mag beschouwen als te liggen parallel aan de *antenne-capaciteit*.

In dit geval toch moest de golflengte door zoo'n groote capaciteit stijgen van 1730 meter op ca. 3200 meter in plaats van 2170; de *vliegwielschakeling moet dus wel degelijk beschouwd worden als een complex* van 2 gekoppelde kringen. De groote antenne-zelfinductie door de

bijzondere ophanging te Sitoebondo, is dus schadelijk, daar men zich daardoor verder van ideale *capaciteitsverlenging* verwijdt, dan op de beide andere stations.

5e. bij de bovenbedoelde proef met den spiegelgalvanometer bleek bij constante zender-energie de uitslag over het algemeen te dalen met toenemende  $C_2$  (zie fig. 26 boven) en wel van 100 % bij zuivere serie-schakeling tot 50 % voor *die* waarde van  $C_2$ , waarvoor  $\lambda_1 = \lambda_2$ .

In dit uiterste geval bleek dus 50 % galvanometer uitslag d. i. 50 % van de ontvangen energie *verloren* te zijn, vergeleken met zuivere serie-schakeling.

Zoover gaat men nu in de praktijk niet;  $C_2$  wordt hoogstens één draaicondensator van 180°. Doch ook in dat geval is het verlies in ontvangen energie = ca. 20 %, hetgeen een zeer belangrijk argument vormt vóór de zuivere zelfinductie-verlengschakeling (B schakeling), waarbij dit verlies niet optreedt.

De galvanometer-uitslag daalt in het algemeen *niet* geleidelijk met  $\lambda_2$ , doch vertoont schommelingen vertegenwoordigende plaatselijke *extra* dalingen of *verminderde* dalingen en wel bleek dat:

a. een *extra-verlies* ontstond voor:

$$\frac{\lambda_1^1}{\lambda_2} \text{ een geheel } \textit{oneven} \text{ getal}$$

$$\frac{\lambda_1^1}{\lambda_2^1} \text{ een geheel } \textit{even} \text{ getal}$$

b. *verminderd-verlies* ontstond voor:

$$\frac{\lambda_1^1}{\lambda_2} \text{ een geheel } \textit{even} \text{ getal}$$

$$\frac{\lambda_1^1}{\lambda_2^1} \text{ een geheel } \textit{oneven} \text{ getal}$$

Een en ander samenhangende met de bovenbedoelde beschouwing over harmonischen.

Het sub *b* bedoelde verminderde verlies werd door den Ambon-leider reeds vermoed, zelfs werd door hem verondersteld dat dit verminderd verlies een *voordeel* kon blijken te worden boven de directe serie-schakeling. Uit fig. 26 blijkt voldoende, dat aan deze laatste verwachting niet werd voldaan.

Verder is dit dorado moeilijk instelbaar: inderdaad trad dit te *Ambon* bij ontvangst van Sitoebondo toevallig op, hoewel men bij kleine verandering in  $\lambda_1^1$  van dit dorado op een daar naast liggend *extra-minimum* komt.

Waar de instelling zoo moeilijk is en het gebruik zoo riskant, mag men op dit dorado geen bedrijf installeren.

Ook werd gevonden, dat de A- (capaciteit-serie) schakeling nadeeliger was voor lange golven, dan de B schakeling.

*Resumeerend werd dus gevonden:*

1e. de vliegwielschakeling mag *niet worden opgevat* als een methode om eenvoudig de capaciteit van de ontvang-antenne te vermeerderen en daarmee de aankomende golflengte in te stellen; veeleer moet deze worden opgevat als een systeem van 2 *gekoppelde, niet afgestemde kringen*; de theoretische formules hierover bleken op dit geval toepasselijk.

2e. hierdoor ontstaat een *tweede parasiteerende koppelingsgolf*, waarop de antenne ook resonanceert, indien daarin door een zender met die golflengte energie wordt geïnduceerd.

3e. *deze golflengte* is door *eischen van de praktijk klein* in verhouding tot de andere koppelingsgolf (*bedrijfs-golf*). Op de proefstations was die parasiteerende golf bij de gekozen bedrijfs-golf van ca 1600 meter, de *600-metergolf* en deze blijft constant over een belangrijk deel der mogelijke variatiën van den draaicondensator  $C_2$ ; hierdoor was het bijna *onmogelijk* aan

sterke *storing* door deze toevallig met de normale scheepsgolf samenvallende, *parasiteerende golf*, te *ontkomen*.

4e. het bleek tevens, dat de *vliegwielschakeling*, doordat de parasiteerende golf energie verteert, welke niet aan de ontvangst ten goede komt, *in economie belangrijk achterstaat* bij de zuivere *serie-schakeling* van zelfinductie (variometer) in de antenne. Dit nadeel neemt met grootere capaciteit  $C_2$  van den vliegwielskring sterk toe. De waarde van  $C_2$  moet dus klein worden gehouden; echter zijn verliezen in de ontvangen energie van 10—20 % ten *opzichte van zuivere serie schakeling* niet te ontgaan.

Wel bestaan enkele verhoudingen tusschen de golflengten der beide kringen, waardoor de verliezen kleiner zijn, doch deze verhoudingen zijn zeer moeilijk in te stellen en geschiedt dit niet met zorg, dan valt men onmiddellijk op punten waar het verlies extra groot is.

5e. ook de *serieschakeling van capaciteit* in de antenne (*A-schakeling*) bleek minder voordeelig voor lange golven dan de *B-schakeling (serieschakeling van zelfinductie)*.

*Gevolgtrekking*: de *vliegwiels (C)-schakeling* moet worden vervangen door een eenvoudige *serie-schakeling (B-schakeling)* waarbij de instelling op de golflengte geschiedt door een kleinen variometer.

Hierdoor wordt:

- a. *aan ontvangen energie belangrijk gewonnen* (10—20 %);
- b. *de ontvangst bevrijd van storingskansen*, die bij de vliegwielschakeling door de gevoeligheid voor een tweede *parasiteerende kleinere golf* werden geschapen.

*De Ingenieur,*  
*Leider op het Proefstation Sitoebondo:*

C. J. DE GROOT.

## Hoofdstuk V.

### BIJLAGE 2.

#### Onderzoekingen van den Ambon-leider naar de uitwendige detector-eigenschappen (geluid-toeneming als functie van toeneming der zender-energie).

#### KORTE INHOUD.

De <i>galvanometeruitslagen</i> als functie der gemeten <i>parallel Ohms</i> ; gemiddeld verloop gevonden uit 450 punten, door den <i>Sitoebondo-leider</i> theoretisch bevestigd. (Hoofdstuk V. bijlage 3) . . . . .	Blz. 135.
De <i>galvanometerveerstand</i> is van geen invloed op inwendige detector-eigenschappen; langs anderen weg bevestigd door onderzoekingen van den <i>Sitoebondo-leider</i> . (Hoofdstuk V. bijlage 3) . . . . .	„ 136.
De <i>galvanometer-uitslag</i> in het meetstation als functie van den <i>zendstroom</i> voor diverse detectoren (wisselstroom karakteristiek detector). . .	„ 136 t/m. 138.
<i>Berekening hieruit van benoodigde energieversterking</i> indien men een beter geluid eischt. . . . .	„ 139.
<i>Invloed der meetfouten</i> . . . . .	„ 140.
<i>Korte samenvatting.</i> . . . . .	„ 141.
<i>Groote ontvangevoeligheid</i> kan geen verbeterde correspondentie ten gevolge hebben . . . . .	„ 141.



# Hoofdstuk V.

## BIJLAGE 2.

### Technisch-wetenschappelijke proeven, betreffende de uitwendige detector-eigenschappen, verricht door den Ambon-leider.

Gedurende de jaarproeven met de radioproefstations werd te Ambon een onderzoek ingesteld naar den invloed van toeneming der antenne-stroomsterkte van een seinend station op de ontvangen geluidsterkte op het ontvangend station.

De wijze, waarop dit onderzoek werd verricht en de verkregen resultaten, worden hieronder vermeld.

Nadat een spiegelgalvanometer was opgesteld, werd van begin November 1913 af tot en met 21 Juni 1914 zooveel mogelijk steeds de geluidsterkte der seinende stations gemeten volgens de parallellohm methode, onmiddellijk gevolgd door een galvanometerwaarneming.

De uitkomsten dezer metingen zijn vermeld in de dagstaten en in de opgaven der meetproefdagen van het radiostation *Ambon*.

Totaal zijn ongeveer 490 vergelijkingen tusschen beide soort metingen verkregen. Hiervan werden een 35 tal, die blijkbaar grove fouten vertoonden, geannuleerd. Deze 35 waarnemingen wezen op meetfouten, dan wel op afwijkingen, die het gevolg kunnen zijn van veranderingen in de absorptie, in het kleine tijdsverloop tusschen beide bovengenoemde soorten van waarnemingen. Uit de overblijvende ongeveer 450 waarnemingen is de lijn op fig. 27 geconstrueerd, die het verband aangeeft tusschen de gemeten parallellohms en de waargenomen galvanometeraanwijzingen. Steeds werd met de beste telefoon gemeten, terwijl de waarnemingen door een drietal waarnemers zijn verricht, die allen een goed gehoor hadden, en wier metingen gemiddeld slechts weinig uiteenloopen.

De kromme, geteekend in fig. 27, is het resultaat van deze 450 metingen. (Vergelijk hierbij tevens fig. 53 bijl. 3, waarbij deze functie theoretisch is afgeleid en bevestigd door den *Sitoebondo-leider*).

Waar bij den gebruikten spiegelgalvanometer mag worden aangenomen, dat de uitslagen evenredig zijn aan de sterkte van den gelijkstroom, die door den *galvanometer* gaat, deed zich nu dadelijk de vraag voor, of mocht worden aangenomen, dat de aanwijzingen van den spiegelgalvanometer ook evenredig zijn met de sterkte van den gelijkstroom, dien de detector zou leveren, als in plaats van den galvanometer een *telefoon* gebruikt ware. De weerstanden toch van telefoon en galvanometer zijn niet gelijk, doch respectievelijk 1000 en 1750 Ohm, welk

verschil in belasting, en dus in stroomsterkte, verschil in inwendige eigenschappen van den detector tengevolge zoude kunnen hebben.

Om hieromtrent zekerheid te verkrijgen, werd het luchtnet met een zoemer geëxciteerd en de galvanometeruitslag afgelezen in 2 gevallen en wel:

a. bij *ongeshunten* galvanometer.

b. bij *geschunten* galvanometer (geschunt met 2333 Ohm, waardoor de detector totaal met 1000 Ohm (= telefoonweerstand) was belast.

Hierna werd de afstemming veranderd, door de golflengte van het luchtnet te wijzigen, hetgeen verandering van de geïnduceerde energie in het luchtnet, en derhalve verandering van stroom in den detectorkring veroorzaakte. Vervolgens werd de meting herhaald enz. waardoor meer waarden ter vergelijking werden verkregen.

In fig. 28 is het resultaat van dit onderzoek weergegeven, hetwelk duidelijk aantoonde, dat de uitslagen bij ongeschunten galvanometer evenredig zijn met die bij geschunten galvanometer, zoodat de galvanometeraanwijzingen mogen worden beschouwd te zijn recht evenredig met de stroomsterkten, die door de 1000-Ohmige telefoon zouden gaan, als deze inplaats van den galvanometer ware ingeschakeld.

De Sitoebondo-leider kwam langs anderen weg tot hetzelfde resultaat (zie Hoofdstuk V bijl. 3).

Van deze eigenschap werd gebruik gemaakt om de hieronder volgende metingen met den spiegelgalvanometer te verrichten. De bepaling der uitslagen van den spiegelgalvanometer geeft meer zekerheid dan verkregen werd bij metingen volgens de parallel-Ohm methode.

De op een zeer groot aantal waarnemingen steunende lijn van fig. 27 stelt ons steeds in staat, de galvanometeruitslagen te herleiden tot geluidsterkten, uitgedrukt in parallel-Ohms.

Hierna werd overgegaan tot het 3de deel van het voorgenomen onderzoek en wel tot: „het nagaan van den invloed van vermeerdering der antennestroomsterkte van een seinend „station op de galvanometeraanwijzing in een ontvangend station”.

Zooals hierboven reeds is vermeld, kon hieruit, met behulp der galvanometer-parallelohm-kromme van fig. 27 gemakkelijk het gezochte verband tusschen geluidsterkte uitgedrukt in P. O. (parallel Ohms) en antennestroomsterkte der zenders worden gevonden.

De meetproeven werden met de golf van 600 meter gehouden. Hiertoe werd in de Kampong Latoehalat (op 6 à 7 golflengten afstand van het radiostation) een meetstation opgericht, hetwelk door een telefoon met het radiostation werd verbonden. De spiegelgalvanometer werd naar het meetstation overgebracht. Waar het de bedoeling was, om ontvangen energiën tot een geluidsterkte van 5 p. o. te meten, moest tot den galvanometeruitslag van 165 schaaldeelen worden gemeten (zie fig. 27).

Bij het transport brak de torsiedraad van den galvanometer, zoodat na herstelling een vergelijking met de vroegere galvanometer-aanwijzingen noodzakelijk was, daar de gevoeligheid van het instrument natuurlijk was gewijzigd.

Hiertoe werden van Koepang series v's ontvangen gevolgd door lange strepen en werd door 3 waarnemers een meting gedaan. Uit de hieruit verkregen gegevens werd in vergelijking met de vroegere gegevens (bekend uit de p.o. galv. lijn van fig. 27) gevonden:

p.o.	Vroegere galv.-aanwijzing.	Tegenwoordige galv.-aanwijzing.
30	20	15
21	27	20
15	41	33
10	66	44

Hieruit volgde, dat voor herleiding van de tegenwoordige galvanometeraanwijzingen, tot die welke de galvanometer bij zijn vroegere gevoeligheid had, een coëfficiënt van

$\frac{20}{15}$  of  $\frac{27}{20}$  of  $\frac{41}{33}$  of  $\frac{66}{44} = \frac{2640}{1980}$  of  $\frac{2673}{1980}$  of  $\frac{2460}{1980}$  of  $\frac{2970}{1980} =$  gemiddeld  $\frac{2686}{1980} = 1.36$  in rekening moest worden gebracht.

De coëfficiënt werd toegepast bij het in teekening brengen der gegevens voorkomende op de figuren 29 en 30.

Zooals later zal worden gezien, bleek, dat tijdens het opnemen der gegevens voor deze lijnen de gevoeligheid van den galvanometer belangrijk was gewijzigd. Deze lijnen mogen hierom niet voor eenige berekening worden gebruikt.

De lijnen, voorgesteld op bovengenoemde figuren, geven het verband aan tusschen antenne-stroomsterkte en galvanometer-uitslag bij gebruik van verschillende detectoren. In verband met den korten afstand van het meetstation tot het radiostation werd aangenomen, dat fouten door variatie der absorptie tijdens het opnemen van een lijn mochten worden verwaarloosd.

Het laagste deel dezer lijnen is over het algemeen gebogen, waarna de lijnen het karakter van nagenoeg rechte lijnen krijgen, om evenwel vaak onregelmatigheden te vertoonen, die (zooals bij de lijnen M, N en O fig. 29) het vermoeden bij mij deden ontstaan, dat zij of aan sprongen in de detectorgevoeligheid, of (de lijnen D, G, K en O fig. 29 en 30) misschien aan „sprühen” van het zendende luchtnet, dan wel aan andere oorzaken te wijten waren, terwijl soms gedacht moet worden, dat verschillende oorzaken gezamenlijk een vloeiend verloop der lijnen verstoorden.

Bovengenoemde lijnen worden dan ook hier slechts afgebeeld om te toonen, hoe lastig het was, absoluut betrouwbare gegevens te verkrijgen ten minste bij hooge antennestroomsterkte *bij de door mij gebruikte golf*; quantitative conclusies zullen uit deze lijnen niet getrokken mogen worden.

Aan de betrouwbaarheid dezer lijnen werd door twee zaken ernstig afbreuk gedaan. Het volgende kwam n.l. aan het licht:

1e. na afloop van elke dagelijksche serie metingen werd de spiegelgalvanometer gedemonteerd, waarbij de galvanometerspoel met spietjes werd vastgezet. Na afloop van het opnemen van bovengenoemde lijnen bleek, dat de gevoeligheid van den galvanometer belangrijk was verhoogd, hetgeen waarschijnlijk was te wijten aan het uitrekken van den torsiedraad bij het gebruiken der spietjes, of wel aan het transport (trillen galvanometer-spoel).

Bij een door drie waarnemers in het meetstation genomen controle-vergelijking bleek, dat de coëfficiënt, waarmee de galvanometer-aanwijzingen ter vergelijking met de p.o.galv. lijn (fig. 27) vermenigvuldigd moest worden, van *1.36* tot *0.54* was afgenomen.

2e. dat bij gebruik der golf van *600 M.* de antennestroomsterkte niet steeds *toenam* bij gebruik van *meer* vonken, terwijl tevens herhaaldelijk werd geconstateerd, dat bij hogere antennestroomsterkten de galvanometer-uitslagen inplaats van *toeneming een afnemning* vertoonden.

Deze verschijnselen worden waargenomen bij seinen met meer dan 6 vonken.

Of ze moeten worden toegeschreven aan de betrekkelijk geringe capaciteit van het kleine luchtnet, waardoor bij werken met veel primaire energie, electriciteitsafvloeiing kan plaats hebben, terwijl hierdoor tevens de goede smoorwerking der vonken benadeeld kan worden, dan wel, dat een andere oorzaak voor de onregelmatige werking bestond, kon niet worden nagegaan. De lijn O fig. 29 geeft van deze onregelmatigheden een karakteristiek voorbeeld:

Hierbij was gemeten:

Aantal vonken.	Antenne- stroomsterkte.	Galvanometer- uitslag.
1	8.2	51
2	12	97
3	15.2	127
4	16.8	133
5	17.1	138
6	19.2	145
7	19.8	140
8	19.4	134
9	21.8	151
10	23.2	167
11	23	145
12	25	153

Hieruit blijkt, dat van 9 tot 12 vonken de antennestroomsterkte steeg van 21.8 tot 25, terwijl de galvanometeruitslag ongeveer dezelfde bleef, terwijl bij 10 vonken, waar de antennestroom 23.2 was, de galvanometeruitslag belangrijk meer bedroeg dan bij 12 vonken, waarbij de antennestroom was 25.

Het niet regelmatig toenemen (soms zelfs afnemen) van den antennestroom bij vermeerdering van het vonkental springt eveneens duidelijk in het oog.

De lijn O stelt geenszins een op zichzelf staand geval voor, daar bovengenoemde verschijnselen bij tal van metingen optraden. Aan slechte vonkbanen was dit niet te wijten, daar de gebruikte vonkbanen alle in goeden staat waren en dezelfde verschijnselen optraden bij verwisselen der vonkbanen.

In verband met het onder 1e en 2e vermelde werd na het opnemen der bovengenoemde lijnen, de galvanometer niet meer gedemonteerd en bij volgende metingen het vonkental slechts gevarieerd van 1 tot 4 hoogstens tot 5 vonken, waardoor hooge luchtspanningen en hooge vonkbrugstromen vermeden werden.

De *antennestroom-galvanometeruitslag*-lijnen bij gebruik van verschillende detectoren werden hierna in gedeelten opgenomen. Na iedere serie metingen werd de koppeling in het meetstation veranderd en een nieuwe serie genomen, waarbij gelijk vanzelf spreekt door de koppelingswijziging thans andere galvanometeruitslagen bij dezelfde antennestroomsterkten werden verkregen, dan vóór de koppelingsverandering het geval was.

Vervolgens werden de aldus bij gebruik van denzelfden detector opgenomen partiële lijnen op elkaar herleid en gecombineerd.

Een bijkomend voordeel van deze in deelen gesplitste opneming der gewenschte lijnen is hierin gelegen, dat elke serie metingen thans slechts uit 4, hoogstens 5 waarnemingen bestaat welke serie hierdoor in weinig tijd kon worden opgenomen.

De invloed van absorptie-veranderingen tijdens het opnemen van een serie zal derhalve zeer gering zijn.

Op de figuren 31—35 zijn de aldus opgenomen, partiële en gecombineerde lijnen van verschillende detectoren voorgesteld.

Het vloeiend en bijna zuiver lineair verloop van deze gecombineerde lijnen is verrassend.

Waar volgens de p. o. galv. kromme fig. 27 een galvanometeruitslag van 165 overeenkomt met een geluidsterkte van 5 p. o., en een galvanometeruitslag van 65 met een geluidsterkte van 10 p. o., volgt uit de bovengenoemde lijnen, dat om van een geluidsterkte van 10 p. o. op 5 p. o. te komen, de antennestroomsterkte met een grooten coëfficiënt vermenigvuldigd moet worden en wel is deze stijgings-coëfficiënt volgens de verschillende opgenomen lijnen:

	Stijgingscoëfficiënt der antennestroomsterkte.
lijn 36 (fig. V 31) . . . . .	$\frac{54}{23} = 2.35.$
„ 27 (fig. V 32) . . . . .	$\frac{50}{20} = 2.5.$
„ 31 (fig. V 33) . . . . .	$\frac{53}{24} = 2.21.$
„ 37 (fig. V 34) . . . . .	$\frac{150}{68} = 2.21.$
„ 40 (fig. V 35) . . . . .	$\frac{150}{78} = 1.92.$

Bovengenoemde 5 lijnen zijn met 5 verschillende detectoren opgenomen. Hoewel de resultaten geen absolute overeenstemming vertoonen, komen zij voldoende overeen om het trekken van eenige conclusies te wettigen.

Gemiddeld geven zij aan, dat de antennestroomsterkte van het zendend station moet toenemen in de verhouding

$$1: \frac{2.35 + 2.5 + 2.21 + 2.21 + 1.92}{5} = 1:2.24.$$

Dit komt overeen met een toenemend vermogen van het zendend station van  $1:2 \cdot 24^2 = 1:5$ .

In de tropen komen vele maanden voor, dat gedurende een groot deel van den dag de atmosferische storingen zóó sterk zijn, dat een daggeluidsterkte van 5 p. o. *minstens* benodigd is om de radio-proefstations met elkaar te kunnen doen corresponderen. Wil men deze vele ongunstige daguren aan het telegrafisch verkeer doen besteden, dan moet derhalve over bovengenoemde groote daggeluidsterkte kunnen worden beschikt, zoolang althans geen deugdelijk, in de practijk doeltreffend gebleken middel is gevonden, om zonder de geluidsterkte belangrijk te schaden, den invloed der atmosferische storingen te verminderen dan wel op te heffen.

Waar zonder de zware tropische luchtstoringen naar mijn meening voor een goede radioverbinding zou kunnen worden volstaan met een daggeluidsterkte van 50 p. o., volgt hieruit dadelijk, dat, om gedurende de ongunstige daguren van het slechte jaargetijde (ongeveer alle middaguren van dat jaargetijde) de verbinding in de tropen te kunnen handhaven, de stations belangrijk veel sterker moeten zijn dan in gunstiger gelegen streken het geval is.

Zooals hierboven werd vermeld, is vervolgens de metingen te *Ambon* voor een geluidsterkte van 5 p. o. een vijfmaal krachtiger zender noodig dan voor een geluidsterkte van 10 p. o.

Vergelijkt men de benodigde zendenergie voor 5 p. o. en 50 p. o. dan komt men tot het resultaat, dat voor 5 p. o. de zender belangrijk meer dan 5 maal zoo krachtig moet zijn, dan vereischt wordt voor 50 p. o.

Uit lijn 40, welke hiervoor nog de gunstigste uitkomsten geeft, volgt, dat voor den eisch om van 50 p. o. op 5 p. o. geluidsterkte te komen, de zender ongeveer  $4.1^2 = 16.8$  maal versterkt moet worden.

*Invloed van meetfouten.*

Het ligt voor de hand, dat nagegaan dient te worden in hoeverre meetfouten invloed kunnen hebben op bovengenoemde resultaten.

Ik zal er mij korthedshalve toe bepalen om na te gaan, in hoeverre meetfouten invloed kunnen hebben op de grootte der bovengevonden versterking noodig om van 10 p. o. op 5 p. o. geluidsterkte te komen, waartoe een ongeveer vijfvoudige energietoename benodigd bleek.

Afleesfouten, zowel van de standen van den spiegelgalvanometer als van de standen van den luchtdraadampèremeter meen ik zóó gering te mogen schatten, dat zij onbesproken kunnen blijven.

Er blijft natuurlijk altijd eenige kans, dat de aanwijzingen dezer instrumenten zelve met fouten behept zijn, wat vooral voor den luchtdraadampèremeter bij kleine stroomsterkte-waarden het geval kan zijn.

Er resteeren twee categoriën van fouten, die wèl onder de oogen gezien dienen te worden.

a. In de eerste plaats kan een fout zijn gemaakt bij de vergelijking tusschen de gevoeligheid van den op het meetstation te *Latoehalat* opgestelden spiegelgalvanometer en de gevoeligheid van dit instrument toen het gebezigd werd voor het opnemen der p. o.-galvanometer lijn (fig. 27) op het radiostation.

Een enkele blik op de lijnen 27 en 36 (fig. 32 en 31) doet zien, dat de invloed van een dusdanige fout bij de opgenomen lijnen niet groot kan zijn.

Waren deze fouten b.v. 100% dan zouden niet vergeleken moeten worden galvanometer-uitslagen van 165 en 65 maar van 82.5 en 32.5 om geluidsterkten van 5 en 10 p.o. te vergelijken.

Uit lijn 27 zoude dan volgen, dat voor versterking van 10 tot 5 p.o. de antennestroomsterkte 2.22 maal zoo groot zou moeten worden terwijl lijn 36 hiervoor het getal 2.19 geeft.

Vroeger was gevonden respectievelijk 2.5 en 2.35. Wordt een vergelijkingsfout van 100% naar den anderen kant verondersteld, dan worden waarden gevonden, die dergelijke betrekkelijk kleine verschillen aan de andere zijde der vroeger gevonden waarden te zien geven.

Een fout van een grootte van 100% mag bovendien vrij zeker als buitengesloten worden geacht, daar de vergelijking door 3 waarnemers zoo nauwkeurig mogelijk is geschied.

Waar zelfs een zoo groote fout in de vergelijking, zooals hierboven is nagegaan, weinig invloed heeft op de uitkomst der vraag: hoeveel de zend-energie moet toenemen om de ontvangststerkte van 10 p. o. op 5 p. o. te brengen, mag deze foutoorzaak m.i. ook verder buiten beschouwing worden gelaten.

b. In de tweede plaats zal de invloed van een mogelijkerwijze gemaakte fout bij het samenstellen der p. o.-galv. lijn (fig. 27) moeten worden nagegaan. Zooals hiervoren is beschreven, is deze lijn geconstrueerd met behulp van een zeer groot aantal waarnemingen, waarvan echter de meeste vallen op het *middengedeelte* der lijn.

Mocht daarom een op nog meer waarnemingen steunende p. o. galv. lijn beschikbaar zijn, dan zoude misschien kunnen blijken dat de beide uiteinden der lijn eenige wijziging zouden moeten ondergaan. Inderdaad wijst hierop de theoretische afleiding van den *Sitoebondo-leider*.

Evenwel is bezwaarlijk aan te nemen, gezien het betrekkelijk groot aantal waarnemingen waarop zelfs de uiteinden der te Ambon opgenomen p. o.-galv. lijn steunen, dat de fout in genoemde lijn (fig. 27) groot zou zijn.

Wel is de *invloed* van een *fout* in deze lijn *tamelijk groot* zooals hieronder zal blijken. Een fout van 20% in het punt, waar de geluidsterkte 5 p.o. is, waardoor dit punt zou vallen bij een galvanometer aanwijzing van + 132 in stede van 165, beteekent, dat om van een geluidsterkte van 10 p.o. op 5 te komen, de antennestroomsterkte zou moeten toenemen:

volgens lijn 36	1.91 maal
„ „ 27	2 „

terwijl voorheen gevonden was respectievelijk 2.35 en 2.5 maal. Evenwel volgt uit deze, bij de beschouwing gebruikte lijnen 36 en 27, dat zelfs bij een groote fout als 20% in de lijn van fig. 27 nog een ongeveer 4-voudige nl.  $\left(\frac{1.91 + 2}{2}\right)^2$ -voudige toeneming der zendenergie benodigd is, om de ontvangen geluidsterkte van 10 p.o. op 5 p.o. te brengen.

*Het vorenstaande samenvattende*

volgt derhalve uit bovenstaande metingen en beschouwingen dat: zoolang geen middelen afdoende zijn gebleken om den schadelijken invloed der atmosferische storingen te elimineeren, *stations*, die voor de verwerking hunner correspondentie ook gebruik moeten maken van de vele daguren waarop in een bepaald jaargetijde *in de tropen* sterke atmosferische storingen voorkomen, een geluidsterkte van minstens 5 p.o. moeten leveren en *in verhouding tot stations die in gunstige streken* werken (waar met  $\pm 50$  p.o. geluidsterkte genoeg wordt genomen) zeer veel sterker moeten zijn.

Dit is een groote hinderpaal voor een eenigszins belangrijk radioverkeer over *lange afstanden* in de tropen. In gunstige klimaten zijn voor een zoodanig verkeer reeds zeer krachtige stations noodig; voor tropenstations komt men tot onmogelijk groote krachtinstallaties.

Waar, zooals hierboven is besproken, uit de resultaten der metingen (zie bijv. D, G, en O fig. 29 en 30) het vermoeden rees dat bij een gegeven antenne het opvoeren der uitgestraalde energie een grens bereikt, die niet kan worden overschreden, daar is het niet onmogelijk, dat hierdoor aan het vervaardigen van vorengenoemde zeer sterke zenders zonder zeer uitgebreide luchtnetten, een onoverkomelijk beletsel in den weg wordt gelegd.

Ten slotte worde nog opgemerkt, dat, waar in het vorenstaande is gesproken over het benodigd zijn van een geluidsterkte van minstens 5 p.o. om bij dag in den slechten tijd van het jaar de verbinding steeds te kunnen onderhouden, deze in cijfers uitgedrukte grootte der geluidsterkte alleen slaat op de gedurende het proefjaar gebruikte antenne en ontvanginrichting.

Worden, hetzij antenne, hetzij ontvanginrichting gewijzigd waardoor bijv. sterker wordt ontvangen, dan worden natuurlijk de luchtstoringen ook harder ontvangen, maar is tevens een geluidsterkte van meer dan 5 p.o. benodigd, om bij deze luchtstoringen nog te kunnen opnemen.

Hiervoor behoeven echter de amplitudes der aankomende golven wellicht slechts dezelfde grootte te hebben als het geval was om met de antenne der proefstations 5 p.o. geluidsterkte te ontvangen. Door de gewijzigde, betere ontvanginrichting produceeren deze golven dan vermoedelijk vanzelf een geluid dat zooveel krachtiger is dan 5 p.o. als benodigd is, om bij de eveneens sterker hoorbare luchtstoringen nog te kunnen ontvangen. Hieruit volgt, dat wijziging der antenne of ontvanginrichting dan geen invloed zal hebben op de benodigde amplituden der aankomende golven teneinde deze te ontvangen bij bepaalde luchtstoringen. Derhalve zal deze wijziging ook geen invloed hebben op de benodigde sterkte der geveerinrichting, zoodat in het algemeen de beschouwingen over de geveer-energie van kracht blijven, ook bijaldien de ontvanginrichting eventueel verbeterd zoude worden.

De leider der jaarproeven op het radiostation te *Amboina*,

*De Luitenant ter Zee der 2de klasse:*

J. A. BROUWER.

# Hoofdstuk V.

## BIJLAGE 3.

### Onderzoekingen door den Sitoebondo-leider, betreffende de werking der contact-detectoren, als basis voor:

- A. Critiek op de gevolgde methoden voor het meten der geluidsterkte gedurende het proefjaar.
- B. Beoordeeling van de benodigde energie-vermeerdering aan de zendstations, ter verbetering van de ontvangen geluidsterkte op het ontvangend station.

#### KORTE INHOUD.

Algemeene beschouwing. — Een hulp-E.M.K. is wenschelijk. — Redenen waarom het onderzoek werd ingesteld . . . . .	Blz. 145.
<i>Onderscheiding der detectoren naar de uitwendige eigenschappen.</i> . . . . .	} " 146.
<i>a. Klepwerking</i> (gelijkrichters). . . . .	
<i>b. Thermo-elementwerking</i> . . . . .	
Inzicht van verschillende autoriteiten, betreffende deze werking . . . . .	" 146 t/m 147.
H. ABRAHAMS . . . . .	" 146 " 147.
H. REIN . . . . .	" 147.
ECCLES . . . . .	" 147.
Door den Sitoebondo-leider onderzochte soorten van detectoren . . . . .	" 147.
<i>Verschillende bestudeerde eigenschappen:</i>	
<i>Gelijkstroom</i> (statische) detectorkarakteristiek; definitie der meetresultaten . . . . .	" 148 " 150.
<i>Wisselstroom-detectorkarakteristiek; benaderde berekening uit statische voor gecommuteerden gelijkstroom en ongedempten wisselstroom</i> . . . . .	" 150 " 151.
<i>Het opnemen der wisselstroomkarakteristiek in de practijk.</i> Mogelijke meetfouten. — Hoe die te ondervangen . . . . .	" 151 " 152.
Vergelijking der resultaten van <i>berekende</i> en <i>opgenomen</i> karakteristiek . . . . .	" 153.
<i>De wenschelijkheid eener hulpspanning</i> . . . . .	" 154 " 155.
<i>Wisselstroomkarakteristiek</i> bij gunstigste hulpspanning. . . . .	" 155 " 158.
<i>Critiek der geluidsterktemetingen</i> . . . . .	" 158 " 159.
Galvanometeruitslag-methode . . . . .	" 159 " 160.
Parallel Ohm-methode. (Inwendige detectorweerstand als functie van gelijkstroom- en wisselstroom-belasting) . . . . .	" 161 " 165.
Toetsing der gevonden formules aan de practijk . . . . .	" 165 " 166.
Een <i>beginstroom</i> blijkt noodig voor de Telefunken detectoren zonder potentiometer werkend . . . . .	" 167
Vergelijking der gevonden formules met gemeten waarden ten behoeve der <i>versterking</i> . . . . .	" 166 " 168.
<i>Samenvatting</i> . . . . .	" 168 " 169.



# Hoofdstuk V.

## BIJLAGE 3.

---

### Onderzoekingen door den Sitoebondo-leider, betreffende de werking der contact-detectoren, als basis voor:

- A. Critiek op de gevolgde methoden voor de meting der geluidsterkte gedurende het proefjaar.
  - B. Beoordeeling van de benodigde energie-vermeerdering aan de zendstations, ter verbetering van de ontvangen geluidsterkte op het ontvangstation.
- 

De contactdetectoren, zooals die zich in de draadlooze telegrafie den laatsten tijd zoo zeer hebben ingeburgerd om hun groote gevoeligheid, al zijn zij in het algemeen niet zeer gelijkmatig in werking, bestaan gewoonlijk uit een contact van hoogen weerstand tusschen een mineraal en een metaal-punt of metaal-vlak.

Wel komen ook dergelijke detectoren voor, bestaande uit een contact tusschen twee gelijke of ongelijke mineralen, doch deze worden hier niet behandeld, als zijnde *niet* onderzocht.

Onder deze contact-detectoren onderscheidt men gewoonlijk:

1e. zulke, die geen hulp-electromotorische kracht behoeven om bij kleine aankomende energieën aan te spreken;

2e. zulke, welker werking bij kleine energieën geheel of gedeeltelijk ophoudt, indien niet een hulp-E.M.K. wordt toegepast.

Uit de navolgende onderzoekingen moge blijken, dat dit verschil, *absoluut gesproken, niet bestaat*, dat het hoogstens een relatieve quaestie is, ontstaan door andere onderlinge verhouding der electricische grootheden, samenhangend met de samenstelling der kristallen.

*De eerste voor onze stations belangrijke gevolgtrekking* hieruit zal zijn, dat ook de sub 1ste genoemde detectorensoort, vooral bij kleine aankomende energieën, *beter* werkt met een hulp-E.M.K. al hebben ze deze niet zoo noodig als de sub 2e bedoelde. Waar op de proefstations werd gewerkt zonder-E.M.K. kunnen *de geluidsterkten dus nog vrij belangrijk beter worden gemaakt* dan nu het geval is, door toepassing van een hulp-spanning (potentiometer).

De contact-detectoren veranderen *wisselstroom van zeer hooge frequentie*, die voor telefoon en galvanometer *niet* waarneembaar is, in stootvormigen *gelijkstroom* met een pulsatie-frequentie, overeenkomende met de vonkfrequentie, welke energie-vorm *wel* door beide apparaten aangetoond kan worden en zoo aan onze gehoor- en gezichtsorganen kenbaar wordt gemaakt.

Het vinden dezer omvormende eigenschap is *toeval* geweest en ofschoon deze detectoren reeds langen tijd als de vrijwel gevoeligste tot volle bevrediging in gebruik zijn, weet men feitelijk van het juiste organisme nog niets en hinkt de wetenschap belangrijk na bij de practijk.

Toch is het hoog noodig, een duidelijk inzicht in de werking te verkrijgen. Ik behoef daartoe slechts te verwijzen, naar de in den aanhef sub *A* en *B* genoemde, cardinale punten.

Dit inzicht grootendeels en voor de practijk afdoende, te verkrijgen, is het doel van navolgende reeks systematische onderzoekingen geweest.

Reeds in den aanvang van de toepassing dier detectoren waren verschillende onderzoekers er op uit, *de werking naar de uitwendige eigenschappen te beoordeelen*, in vergelijking met werkingen, die men reeds kende; zoo kwam men er toe, uit het feit, dat wisselstroom in gelijkstroom werd omgezet, twee mogelijkheden tegenover elkaar te stellen:

a. men had te doen met zuivere gelijkrichting, klepwerking, waarbij verondersteld werd, dat de stroom in de eene richting totaal werd doorgelaten, in de andere richting *niet* of nagenoeg niet; men sprak van „Schwingungsventil”, „crystal-rectifiers”, in vergelijking met de richtwerking van aluminium-gelijkrichtcellen, vacuüm-gelijkrichters enz.

b. men had te doen met een *thermo-element*; de doorgaande wisselstroom verhitte het contact tusschen metaal en kristal plaatselijk sterk; de slechte warmtegeleiding door het kristal bevorderde dit, en de meeste gebruikte mineralen hadden een hooge thermo-electromotorische kracht t. o. v. de metalen, waarmede ze gecombineerd werden, zoodat evenals bij een thermo-element, bij verwarming door wisselstroom, gelijkstroom-spanning kon worden opgewekt.

Dat er combinaties waren, die bij *niet-electrische* verwarming in tegenstelling met de eigenschappen van het thermo-element, een uitslag gaven, in tegenovergestelde richting, als bij verwarming door wisselstroom; dat ook combinaties van twee *gelijke* kristallen werkten, eveneens in strijd met de theorie der thermo-elementen, wist men toen nog niet; trouwens is later gebleken, dat deze tegenspraak slechts *schijnbaar* is en men voor de verklaring toch op thermowerkingen is aangewezen.

Ten einde nu te beslissen met welk der beide gevallen men te doen had, vergeleek men de uitwendige werking met die der beide sub *a* en *b* genoemde energie-omzetters.

Moest de werking toch met de sub *a* bedoelde *gelijkrichters* vergeleken worden, waarbij dus b. v. de positieve helft van den sinusoidalen wisselstroom werd doorgelaten, de andere negatieve helft echter geblokkeerd, dan moest de gelijkstroom-galvanometer natuurlijk een *lineair verband* aangeven, tusschen den toegevoerden wisselstroom en den afgevoerden gelijkstroom.

Moest de werking echter meer bepaald met de sub *b* bedoelde *thermo-elementen* vergeleken worden, dan moest de gelijkstroom-galvanometer evenals bij de thermo-elementen een uitslag geven evenredig met de toegevoerde warmte, dus evenredig met het *kwadraat* van den toegevoerden wisselstroom.

*Inderdaad stelden nu de meeste waarnemers vast, dat van een zuiver lineair verband althans geen sprake was en dat het verloop gewoonlijk zeer dicht bij het kwadratische kwam; men besloot derhalve, dat de werking voornamelijk moest zijn als van een thermo-element; vandaar dat men vooral in Duitschland naast het woord contactdetectoren meestal thermo- of integreerende detectoren invoerde als erkenning van de in hoofdzaak thermische werking; de geringe zich vertoonende afwijkingen weet men aan bijomstandigheden, meetfouten en tot in de laatste tijden ziet men deze opinie openlijk verdedigd op grond van waarnemingen, getuige b. v. de navolgende interessante publicaties in verband met ernstige onderzoekingen van bekende personen.*

1e. *Electrotechnik und Maschinenbau* van 10 Mei 1914 Heft 19 blz. 405 meldt onder opgave van de meetresultaten van den zeer bekenden geleerde H. ABRAHAMS:

Eine noch wenig bekannte Eigenschaft der Kristall-Detectoren ist, dass bei sehr schwachen

Wellen die aufgenommene Stromstärke (galvanometer uitslag) *nicht* proportional mit der Amplitude der Wellen abnimmt, sondern dass die gleichgerichteten Ströme proportional *mit dem Quadrate* der Spannung der erregenden Wechselstromwellen abnehmen. (d.i. evenredig met het *kwadraat* van den antenne-stroom).

Uit deze zinsnede blijkt duidelijk, dat ABRAHAMS uitging, zooals de meeste Engelsche auteurs zulks doen, van de gedachte, dat de kristal-detector een *gelijkrichter* is. Er wordt toch van „gleichgerichteten Ströme” gesproken en uit het geheele zinsverband blijkt, dat hij, als gevolg daarvan, een galvanometer-uitslag *verwacht*, die evenredig is met de toegevoerde wisselspanning, d.i. antennestroom. Tot zijn verwondering vindt hij dit verloop *niet* voor geringe geluidsterkten (uit de gegevens blijkt echter, dat die, vergeleken bij onze geluiden, *zeer aanzienlijk* zijn), waarbij toch een vrij wel zuiver kwadratisch verloop wordt gevonden. Inderdaad zal blijken, dat het door ABRAHAMS gevonden verloop der kromme geheel klopt met mijn waarnemingen, doch dat het beter is, andersom te redeneeren n.l. dat het verloop van lieverlede rechtlijnig wordt. Het betoog van den zeer geleerden ABRAHAMS is het schoonste pleidooi *tegen* zijn vooropgezette opinie van *gelijkrichting*.

De *E.T.Z.* geeft in haar nummer dd. 30 Juli 1914 No. 31 jaargang 35 een eminente theorie over de werking van de ontvangantenne van de hand van H. REIN en op blz. 878 komt eveneens de constateering, dat de galvanometeruitslag nagenoeg evenredig moet zijn met het *kwadraat* der antenne-stroomsterkten. Een kromme, aan de practijk ontleend, toont dit overtuigend aan.

In Engeland echter heeft men, van den beginne af, deze detectoren als gelijkrichters aangezien; men spreekt steeds van „crystal rectifiers” en een der Engelsche voormannen op radiogebied Prof. ECCLES, heeft waarnemingen gedaan, die ook in het leerboek van ZENNECK zijn overgenomen en die schenen te wijzen op zuivere gelijkrichting, d. i. op een *lineair* verband tusschen opgedrukte wisselstroomspanning en galvanometeruitslag en wel was de gevonden karakteristiek een rechte lijn, *niet* door nul gaande, zoodat een zekere beginspanning noodig was om den detector te doen werken.

Deze onderzoekingen, door een zeer competent persoon gedaan, zouden een ernstigen tegenhanger vormen voor bovenbedoelde getuigenissen en voor mijn persoonlijke observaties, ware niet met vreugde te erkennen, dat Professor ECCLES in den laatsten tijd van *inzicht is veranderd*.

ECCLES geeft n.l. in een lezing voor de Royal Institution, waarvan een uittreksel voorkomt in de „Marconigraph” voor deze functie een zeer gecompliceerde formule gebaseerd op *thermische eigenschappen*, n.l. het Joule-, Peltier- en Thomson-effect. Hierdoor wordt veel verklaard, dat eerst tegen het aannemen van thermo elementachtige eigenschappen pleitte en tevens geeft het behoorlijk ruimte voor de zeer uiteenlopende eigenschappen, die bij diverse kristalcombinaties zijn geconstateerd. Het blijkt dan ook, dat hoewel het verloop der krommen in den beginne ongeveer *kwadratisch* moet zijn, in het verder verloop veel afwijkingen mogelijk zijn.

Nu Professor ECCLES als groote aanvankelijke voorstander van de „gelijkrichting” is overgestapt op het gebied van het gecompliceerde thermo-element, zal wel niemand meer op het standpunt der lineaire klepwerking staan en de resultaten der navolgende proefondervindelijke systematische onderzoekingen mogen een steen bijdragen tot behoorlijk inzicht in de werking der thermo-detectoren.

Onderzocht werden *drie* soorten:

I. het door Telefunken geleverde *ED type met grijzen steen* (vermoedelijk silicon met koperpunt, punt van klein oppervlak met geringen contactdruk).

II. het door Telefunken geleverde *DH type*, molybdeniet in contact met zilverpunten, die door een schroef krachtig tegen het molybdeniet worden aangedrukt onder tusschenlegging van een doorboord mica-schijfje; groot gezamenlijk punt-oppervlak; groote contact-druk.

III. niet door Telefunken geleverde *carborundum*, tusschen twee krachtige staalveeren, vrij groot contact-oppervlak, zeer sterke contactdruk.

Laatstgenoemde, niet door Telefunken geleverde detector, werd mede onderzocht, daar deze, in *tegenstelling* met de beide vorige detectoren, een *hulpspanning noodig heeft* en verder geldt voor een der meest constante, onverwoestbare en tamelijk gevoelige contactdetectoren.

*Gelijkstroom-karakteristiek.*

Allereerst werd aan de categorieën I en III een eigenschap van deze thermo-contacten nader bestudeerd, die aanleiding is geweest, dat men hen als gelijkrichters beschouwde en wel het *verschil in geleidend vermogen voor gelijkstroom, al naar het teeken der stroomrichting en het verschil in grootte van het geleidend vermogen als functie van die stroomsterkte.*

Tot dit doel werd de detector D in de door fig. 36 aangegeven schakeling aan een potentiometer P gelegd en de hulpspanning aan de detectorklemmen op den voltmeter V, gemeten, terwijl de sterkte van den door deze spanning door den detector gestuurden stroom op den HARTMANN & BRAUN-galvanometer G werd afgelezen.

De spanning werd daarbij veranderd van + 3 Volt, door nul tot op ca. — 3 Volt. De plusrichting is daarbij de richting, waarin het kristal het meest geleidend is en waarvoor dus G den grootsten uitslag geeft.

Opgeteekend werd voor elken stand van den Voltmeter V de stand van den galvanometer G.

Met voorbedachten rade was voor G een tamelijk gevoelige galvanometer met geringen *eigen weerstand* gekozen, d.i. gering ten opzichte van den kristal-weerstand, opdat het spanningsverlies in den galvanometer te verwaarloozen zij t. o. v. de door den Voltmeter aangegeven potentiometer-spanning; gemakkelijk is uit de opgenomen kromme te berekenen, dat de zoo gemaakte fout voor de onderzochte ED-detectoren max 1%, voor de carborundum-detectoren max 0,3% is. Het was door het energieverbruik van den Volt-meter onmogelijk, een schakeling toe te passen, die het vermijden van die fout mogelijk maakte; practisch is deze echter geheel onmerkbaar.

Dergelijke op bovenvermelde wijze genomen gelijkstroom-karakteristieken werden aan exemplaren carborundum- en ED-detectoren genomen.

Fig. 37 geeft eenige karakteristieken voor carborundum.

Fig. 38 geeft er eenige voor Telefunken ED-detectoren.

We zien daaruit, dat beide soorten in *wezen* niet verschillen, doch dat terwijl bij carborundum de weerstand bij kleine spanningen onder  $\frac{1}{2}$  volt *zeer weinig afneemt*, en daarna plotseling sterk, bij de ED-detectoren de afneming direct bij de kleinste spannings-waarde intreedt. Afgezien van dit verschil, dat zooals verderop zal blijken, de oorzaak is, dat carborundum zonder hulpspanning voor zwakke geluiden ongevoelig blijft in tegenstelling met de ED-detectoren, gedragen beide zich diermate, dat in *beide* richtingen stroom wordt doorgezonden door een opgedrukte E.M.K. en wel in de eene richting, die wij de *positieve* zullen noemen, bij dezelfde E.M.K. méér dan in de andere. De stroomspanningslijn loopt eerst sterk opbuigend (ongeveer kwadratisch) daarna, bij zeer groote stroomsterkte tot een bijna rechte lijn naderend. Dit laatste is bij de zoeven genoemde figuren aan de *positieve* zijde duidelijk zichtbaar, aan de negatieve zijde werd daartoe de spannings-belasting niet ver genoeg voortgezet. Verder blijkt de carborundum-detector een zeer hoogen weerstand te hebben (bij groote belasting nog altijd 10—50.000 ohm) terwijl de ED-detector veel kleineren weerstand bezit.

Berust dan toch de werking op een soort gelijkrichting, nu blijkt, dat onder een gecommuteerde E.M.K. de stroom in de eene richting zooveel beter wordt doorgelaten, dan in de andere? Weliswaar is het verband tusschen opgedrukte spanning en stroom niet lineair, doch dit kan men toeschrijven, aan den sterk veranderlijken weerstand als functie van de stroomsterkte.

Men kan deze vraag *desnoods bevestigend* beantwoorden en den detector als een gelijkrichter opvatten en verderop in deze verhandeling is zelfs, uitgaande van deze veronderstelling, een reeks wisselstroom-eigenschappen ontwikkeld, die door de practijk ten volle worden bevestigd,

doch de aandacht dient er op gevestigd te worden, dat een gewoon *thermo-element* geheel analoge verschijnselen vertoont.

Wie zich wel eens heeft bezig gehouden met de ijking van thermo-elementen voor wisselstroom door middel van gelijkstroom, weet uit eigen ondervinding, dat de galvanometer-uitslagen in de twee richtingen zeer verschillend zijn bij het aanleggen van een gecommuteerde gelijkstroomspanning en dat, wil men den juisten uitslag hebben voor wisselstroom, men van deze twee uitslagen het gemiddelde moet nemen.

Dit verschijnsel heeft zijn ontstaan te danken aan de samenwerking van *twee* verschijnselen:

1e. het PELTIER effect d. i. een klem-spanning, die evenredig met den doorgevoerden stroom stijgt *en met dezen van teeken wisselt*, dus gelijkwaardig is met een gewonen Ohmschen weerstand, die betrekkelijk groot is, zelfs al wordt het thermo-contact soliede gesoldeerd;

2e. het JOULE-effect, dat een kwadratisch met den doorgevoerden stroom verloopende klemspanning geeft, welke *onafhankelijk* van de *stroomrichting* steeds in één richting optreedt (de bekende thermo-E.M.K.).

Teekent men nu de gelijkstroom-karakteristiek voor zulk een thermoverbinding, dan krijgt men een analoge figuur, als bij de contact-detectoren (zie fig. 39).

Lijn I is daarbij opgemaakt in de veronderstelling dat de weerstand van het thermo-element constant bleef.

Lijn II in de veronderstelling dat, evenals zulks verderop voor thermo-detectoren zal blijken, de weerstand vermindert evenredig met de stroombelasting.

Ook hier ziet men een sterker stijgen van de karakteristiek naar eene zijde, dan naar de andere. Zendt men door zulk een thermo-element wisselstroom, zoo heffen het + en — Peltier effect elkaar op en het verloop van de klemspanning is hetzelfde als van het Joule-effect alléén, d. i. kwadratisch t. o. v. den opgedrukten wisselstroom.

Dat bij de contact-detectoren nog eenige afwijking aanwezig is, nl. dat de klemspanning niet kwadratisch blijft, doch ten slotte een meer recht verloop toont, is het gevolg van het optreden van een derde effect, nl. het THOMSON effect, dat bij gesoldeerde thermo-verbindingen niet optreedt, doch wel bij detectoren in het *kristal zelf*, als gevolg van den temperatuur-val daarin.

Dit effect is ook van thermische natuur en wil men derhalve bij deze detectoren van gelijk-richters spreken, dan is dit een vergemakkelijkte beschouwingwijze, waarmede *dan echter geenerlei eigenlijke klepwerking wordt bedoeld, doch een schijnbaar ongelijk geleidingsvermogen*, al naar de richting van den opgedrukten gelijkstroom en voortkomend uit Peltier-, Joule- en Thomson- en wellicht nog ander effect, alle van thermischen aard.

Gebleken is, dat gewoonlijk het Thomson-effect overweegt en in teeken niet altijd gelijkgericht is aan het Joule-effect, waaruit gemakkelijk verklaarbaar is, dat de totaal-uitslag dikwijls *tegengesteld gericht* is aan de thermo E. M. K. bij uitwendige verwarming van het contact opgewekt. Nu we weten, dat in het laatste geval alleen de Joule-componente optreedt, is dit verschijnsel geen bewijs meer tegen het aannemen van een thermo-werking. Ook niet meer het verschijnsel in aanhef bedoeld, dat het contact tusschen twee gelijke mineralen ook werking vertoont; de Joule-componente kan dan *niet* werken, het Thomson-effect *wel*.

Bij den onderzochten *carborundum*-detector lag het kristal tusschen twee gelijke, sterke stalen veeren. Ware carborundum dus volkomen homogeen, dan zou het Joule-effect niet kunnen optreden daar twee gelijke, tegengestelde E. M. K.'s ontstaan. Hier moet dus hoofdzakelijk het Thomson-effect werken; merkwaardig is dan ook, dat indien het kristal tusschen de veeren wordt *omgedraaid*, zoodat bij constant gehouden hulpspanning, de stroomrichting in het kristal wordt omgekeerd, ook de karakteristiek omdraait. De *zeel van de karakteristiek zit dus in het kristal zelf* (Thomson-effect). Vandaar, dat opleg-druk slechts een secundaire factor is. Van grooten invloed daarentegen is de *richting* van stroomdoorgang door het kristal ten opzichte van de

kristallisatie-assen. Een algemeene regel hiervoor is ook niet te geven. Bij carborundum, dat in lange hexagonale buizen met pyramidale punten kristalliseert, is de bevoorrechte richting de lengte-as; in de dwarsrichting vertoont het geen werking. Bij molybdeniet, dat een formatie heeft in schilferachtige platen, als mica, is vrijwel het heele splijtvlak gevoelig, waardoor de constructie der eveneens onderzochte, op Sitoebondo aanwezige DH-detectoren mogelijk was. Echter was op Koepang aanvankelijk een molybdeen-variëteit met zilverveeren (GD 23), aanwezig, waarbij het molybdeniet *loodrecht* op het splijtvak werd gebruikt; ook deze variëteit was gevoelig.

Bij de ED-detectoren moet men naar een gevoelig punt *zoeken*, iets dat bij de vorige variëteiten niet noodig is. Onder het microscoop ziet de ED-detector er uit als een grijs rotsgebergte met diepe kloven, waarin vrij regelmatige rijen kristallijnen puntjes naar boven steken. Met het microscoop kon ik aanwijzen, welke punten gevoelig zijn, welke niet. Gevoelige punten zijn dan *gave kristal-toppen*. Bij de ED-detectoren is de contact-druk van zeer veel invloed, een aanwijzing, dat vermoedelijk bij dit soort detectoren het Joule-verschijnsel meer overheerscht tegenover het Thomson-effect.

*Uit het bovenstaande mag derhalve veilig worden afgeleid, dat de werking der contact-detectoren een thermische is, die beheerscht wordt door Peltier-, Joule- en Thomson-effect in relatieve onderlinge verhoudingen afhankelijk van het mineraal, dat we gebruiken en waarbij de kristalvorm en kristallisatie-richting een werking hebben, die we niet kennen, en welke naspeuring we aan deskundigen moeten overlaten, daar de eigenschappen van kristallen ook tegenover licht, warmte en electriciteit zeer gecompliceerd zijn. Waar het Thomson-effect gewoonlijk hoofdzaak is, is het voor den kristalvorm van carborundum duidelijk, dat het puntig toelopen nabij het contact dit verschijnsel moet begunstigen. Bij molybdeniet is een dergelijke, voor de hand liggende uitlegging moeilijk te geven, bij de ED-detectoren weer wel.*

Uitgaande nu van de reeds beschouwde gelijkstroom-karakteristiek van *carborundum*, werd de karakteristiek voor gecommuteerden gelijkstroom berekend en deze vergeleken met de wisselstroom-karakteristiek, zooals die in de practijk kan worden opgenomen tusschen twee stations b.v. Dat allereerst carborundum werd genomen, geschiedde hoofdzakelijk, omdat dit materiaal veel stabielier was gebleken, dan de ED-detectoren, vooral bij zeer groote belasting door gelijk- en wisselstroom, hetgeen voor een systematisch onderzoek noodzakelijk bleek. Eerst toen de grondtrekken voor carborundum vastlagen, werd onder de noodige voorzichtigheidsbetrachting een reeks *ED*-detectoren aan de proef gewaagd.

#### *Wisselstroom-karakteristiek.*

Denkt men een gelijkstroom-spanning van bepaalde grootte voortdurend gecommuteerd dan zal beurtelings stroom in de verschillende richtingen door het kristal vloeien, van verschillende intensiteit al naar de richting en de galvanometer zal, mits van voldoende traagheid en bij voldoende snelle frequentie van de commutatie, een gemiddelde aanwijzen in één richting, n.l. ca.  $K \times (\alpha_g^+ - \alpha_g^-)$  indien  $\alpha_g^+ =$  uitslag in positieve richting,  $\alpha_g^- =$  uitslag in negatieve richting.

Dezen uitslag kan men dus van te voren berekenen en de constructie daarvan is te zien op fig. 37.

Door dit te doen voor vele wisselspanningen, krijgen we de karakteristiek voor gecommuteerden gelijkstroom  $K \times (\alpha_g^+ - \alpha_g^-) = f(\text{Volt } \surd)$  op Fig. 37 onderaan.

Deze uit de gelijkstroom-karakteristiek te construeeren karakteristiek voor gecommuteerden gelijkstroom moet nu in *algemeen uitzien* de wisselstroom-karakteristiek zeer nabij komen. Dat ze er niet geheel mede kan samenvallen, vindt zijn oorzaak in het navolgende:

1e. bij gecommuteerden gelijkstroom komt de stroom direct tot haar eindwaarde, houdt een halve periode aan, komt dan direct tot de omgekeerde eindwaarde, blijft daar weder een halve periode enz. Wij hebben dus slechts met twee punten van de gelijkstroom-karakteristiek te doen

behoorende bij  $+ E$  en  $- E$ ; het tusschenliggend verloop der karakteristiek heeft derhalve geen invloed.

Bij sinusoidalen wisselstroom, zooals in de practijk voorkomt, doorloopt men per halve periode *alle punten der karakteristiek tot  $+ E$  resp.  $- E$  2 maal, de verdere karakteristiek-vorm tusschen de twee maximumpunten is dus van invloed.*

2e. De door ons bedoelde wisselstroom is *gedempt* sinusoidaal, de amplitude zet veel grooter in, dan bij gecommuteerden gelijkstroom, die denzelfden einduitslag geeft; men werkt dus in hogere karakteristiek-gedeelten en er vallen rustpoozen tusschen de diverse gedempte groepen, waarbij de galvanometer terugloopt enz.

Wij moeten dus kleine verschillen verwachten, hoewel zal blijken aan de voorbeelden uit de practijk, dat deze verschillen verrassend klein zijn, waaruit mag afgeleid worden:

A. dat de constructie van de wisselstroom-karakteristiek uit de gelijkstroom-karakteristiek steekhoudend is.

B. *dat de wijze waarop de wisselstroom-karakteristiek genomen wordt, allezins betrouwbaar is*; ik leg den nadruk op dit laatste, aangezien daaraan door den Ambon-leider b.v. is getwijfeld.

#### *Hoe nemen we nu de wisselstroom-karakteristiek?*

Het eenvoudigste zoude zijn, inplaats van de gelijkstroom-bron op fig. 36 een wisselstroom-bron te nemen; hierbij stuit men echter op moeilijkheden, want:

1e. moet die bron zijn van de frequentie, demping en vonkfrequentie als tusschen onze stations, wil men de resultaten op de practijk kunnen overdragen.

2e. moet de energie klein zijn en die energie moet betrouwbaar kunnen worden gemeten, daar men een karakteristiek wil opmaken. Helaas bezitten we zulke fijne hoogfrequentie-meet-instrumenten op de stations niet.

Om nu deze beide moeilijkheden te elimineeren, moet men zich van den *zender* bedienen, die natuurlijk aan sub 1e voldoet en die een vrij betrouwbaar meetinstrument, ten minste kwalitatief, bezit in den antennecampèremeter. Om aan sub 2e te kunnen voldoen, moet men van de zender-energie slechts een *klein evenredig deel aftappen* en dit doet men op een *meetstation*, op een ander draadloos station enz. In het onderhavige geval werd gebruik gemaakt van het permanente meetstation te Sitoebondo-Kotta, van den Sitoebondo-leider, op ca 11 K.M. van het hoofdstation gelegen.

#### *Mogelijke meetfouten.*

Duidelijk is, dat bij deze methode eenige voorzorgen in acht genomen moeten worden, wil men niet door diverse fout-bronnen totaal onbruikbare resultaten verkrijgen.

1e. De zender moet regelmatig werken, toerental (dus toon) en golflengte moeten constant worden gehouden en de toon moet zuiver zijn; hieraan is gemakkelijk te voldoen.

2e. De luchtdraad-campèremeter moet ten minste *relatief* zuiver aanwijzen. Wordt hij goed op nul ingesteld, dan is dit, zooals ijking met gelijkstroom deed zien, ook in voldoende mate het geval. Alleen moet men zich hoeden voor aflezingen aan *het begin van de schaal*; daar de schaal *kwadratisch* is, is ze in het begin zeer gedrongen, dus onzuiver afleesbaar en is een nul-afwijking van grooten invloed.

3de. Men moet den zender niet te hoog belasten, daar anders de antenneweerstand verandert, waardoor, zooals verderop zal blijken, de evenredige verhouding tusschen zend- en ontvang-antennestroom verloren gaat. De *Ambon-leider* had hiervan bij zijn onderzoekingen (zie Hoofdstuk V bijl. 2) aanvankelijk last.

Bij gebruik van het groote luchtnet en van de volle energie is hiervan nog geen kwestie, zooals dempingsmetingen aantonen. Doet men echter hetzelfde op het kleine luchtnet, met half

zoo groote capaciteit, dan kan men daarbij met zekerheid niet verder gaan dan tot halve energie.

4de. Men moet het meetstation eensdeels zoo ver van het zendstation plaatsen, dat het zich in het z.g. vrijgolvenveld bevindt, dat reeds op een paar golflengten afstand van het station optreedt, anderzijds moet men zich niet zoo ver verwijderen, dat tusschen beide stations veranderlijke absorptie kan optreden, waardoor evenredigheid tusschen zend- en ontvangstroomsterkte eveneens niet duurzaam zoude kunnen bestaan.

Hieraan is in ons geval voldaan.

De afstand is eenerzijds ca 6,5 maal de golflengte, anderzijds is bij zorgvuldige observaties gebleken, dat voor constante antennestroomsterkte op het zendstation de ontvangen stroomsterkte in een regelmatigen dagelijkschen gang slechts 1% daalde op den middag t.o.v. den morgen en avond, en dit wel door het doorhangen der luchtnetten op beide stations door de warmte, waardoor de beide effectieve antennehoogten  $h_1$  eff. en  $h_2$  eff. veranderen.

Een dergelijk verschil wordt natuurlijk gedurende een meetreeks, die hoogstens 15 minuten duurt, in het geheel niet merkbaar.

5. De ontvangen stroom op het ontvangstation is volgens REIN

$$i_2^2 = \left( \frac{120 \pi}{w_2} \right)^2 \times \left( \frac{h_1 \text{ eff. } h_2 \text{ eff.}}{\lambda R} \right)^2 \times i_1^2 \times \frac{1}{1 + \frac{d_1}{d_2}}$$

wil men nu een evenredigheid behouden tusschen zend- en ontvangstroom  $i_1$  en  $i_2$ , dan moeten alle termen van het tweede lid behalve  $i_1$  constant worden gehouden d. w. z.:

$w_2$  = totale schijnbare meet-antenne-weerstand = constant.

$h_1$  eff } stralingshoogten der beide antennes constant;

$h_2$  eff } dit is voor een korte serie zonder meer waar, zie boven.

$R$  = afstand tusschen zend en meetstation constant; dit is waar.

$\lambda$  = golflengte constant, hetgeen gemakkelijk is te vervullen.

$d_1$  = zendantenne-demping constant, reeds besproken, zendantenne niet overbelasten.

$d_2$  = totale schijnbare meet-antennedemping, constant.

Aan alles is gemakkelijk te voldoen, behalve aan het constant houden van  $w_2$  en  $d_2$ , die beide afhankelijk zijn van de *detectorbelasting* en de *detectorkoppeling*. Deze waarden moeten empirisch constant worden gehouden, door voor elke waarneming de detector-koppeling zóódanig te stellen, dat de uitslag van den detectorgalvanometer een maximum is.

In dit geval is, zooals de theorie toont, de totale schijnbare antenne-weerstand,  $k \times w_0$ ; een constante maal den constanten meetantenne-weerstand in onbelasten toestand en dus ook een constant product gevende;  $k$  is afhankelijk van de zenderdemping en voor ongedempte golven 2, voor gedempte golven grooter.

*Elke meting-serie, waarbij dit niet in 't oog wordt gehouden, kan geheel waardeloos worden, daar de evenredigheid tusschen ampère-meter-aanwijzing en ontvang-antennestroom wordt verbroken en men dus als het ware geen meetinstrument heeft om de ontvangen wisselstroom-energie te meten. Een uitzondering maakt het geval van zeer losse, constante koppeling, waarbij  $w_2$  ongeveer =  $w_0$ , dus gelijk aan den constanten, onbelasten antenneweerstand wordt.*

Onder strikte inachtneming van de sub 1 t/m. 5 bedoelde voorzorgen is nu genomen de lijn II van fig. 37 beneden  $\alpha_g = f(I_a)$ , en het is tekenend voor de juistheid en van theorie, en van meetmethode, dat die lijn geheel tot samenvalling is te brengen met de lijn I, voor gecomputeerden gelijkstroom berekend.

Uit de lijnen volgt:

a. dat een stroom van ca. 20 ampère aan den zender moet overeen komen met ca. 2.7 volt effectieve wisselspanning aan den detector in het meetstation, een zeer aannemelijke waarde en



b. dat de galvanometer-uitslag slechts  $1/5$  is van dien, welken men uit den *gecommuteerden gelijkstroom* bij de effectieve spanning zoude verwachten.

Na wat in aanvang is medegedeeld, gezien de traagheid van den galvanometer voor zoo hooge frequentie en de zelfinductie ervan, behoeft dit resultaat geheel niet af te schrikken.

Dit verschil wordt al reeds teruggebracht van  $1/5$  tot  $1/2.5$  door niet den te verwachten uitslag te berekenen uit *gecommuteerden gelijkstroom* b.v. van + tot - 5 Volt, doch uit sinusoidalen wisselstroom van dezelfde maximum-amplitude, zooals uit fig. 57 blijkt.

Uitgaande van fig. 37 en 38 werd n.l. daar opgeteekend het stroomverloop door een carborundum- en een *ED*-detector voor een opgedrukte sinusoidale spanning van 5 resp.  $1\frac{1}{2}$  volt maximum amplitude. Behalve dat daarbij de asymetrische stroomdoorlating zeer duidelijk zichtbaar is (bij carborundum is het nuttig effect der gelijk-richting 94.3 %, bij de *ED* detectoren 32.9 %) en de moeilijk overtreffbare superioriteit van het carborundum als gelijkrichter blijkt, is het duidelijk, dat de gemiddelde stroomsterkte gedurende de eerste halve periode bij 5 volt wisselspanning ca. 225 micro-ampère bedraagt, en voor de tweede (negatieve) halve periode slechts ca. 15 micro-ampère, zoodat, afgezien van traagheid en zelfinductie van den galvanometer, over een geheele periode een stroomsterkte overblijft van positief  $\frac{225-15}{2} = 105$  micro-ampère =  $14^\circ$  galvanometer-uitslag.

Bij de bepaling uit kromme I voor *gecommuteerden gelijkstroom* was deze uitslag  $28^\circ$  terwijl uit de resultaten op het meetstation zoude afgeleid moeten worden, dat de uitslag voor gedempten sinusoidalen wisselstroom van 5 volt effectieve maximaal spanning  $5.55$  graad moet zijn. De stroomspanningskrommen van de detectoren zijn te ingewikkeld, om deze onder gemakkelijk bruikbare wiskunstige formules te brengen, anders zoude echter bij berekening voor *gedempten* sinusoidalen stroom van dezelfde effectieve waarde dit quantitatief verschil bij nauwkeurige berekening vermoedelijk wegvallen.

Dat *qualitatief* de theorie geheel klopt, blijkt bij nadere beschouwing van fig. 57.

Zichtbaar is daar toch geïllustreerd, dat bovenbedoelde uitslag van  $14^\circ$  (105 micro-amp.) voor carborundum optreedt bij 5 volt sinusoidale maximumspanning, terwijl daaronder een bijna even groote uitslag voor *ED* detectoren n.l. 85 microampère =  $11.33^\circ$  is verkregen bij slechts 1.5 volt sinusoidale maximum-spanning.

Bij controle op de figuren 37 en 56 blijkt, dat voor  $14^\circ$  sinusstroom =  $5.55^\circ$  in het meetstation, de noodige wisselstroom = 39.6 Amp. effectief is voor *carborundum* terwijl  $\frac{11.33}{14} \cdot 5.55^\circ = 4.5^\circ$  in het meetstation voor een *ED* detector (lijn XA) slechts 11 amp. behoeft.

Deze stroomverhouding  $11/39.6$  klopt inderdaad goed met de uit fig. 57 af te leiden spanningsverhouding van  $1.5/5$  aan de detectorklemmen.

Deze vergelijking der benodigde stroomsterkten gaat natuurlijk alleen op, voor het geval de weerstand van den galvanometer te verwaarloozen klein is t. o. v. den detectorweerstand, daar fig. 57 geen enkelen weerstand in den keten veronderstelt buiten den detector zelf.

Inderdaad is zulks bij de bovenbedoelde vergelijking het geval. De galvanometer had n.l. slechts 50 Ohm weerstand.

Uit beide krommen blijkt, dat *principieel* de *carborundum-detector* aan den *ED*-detector superieur is als energie-omzetter. Wel is de doorvliedende stroom bij gelijkheid der opgedrukte spanning grooter voor *ED*-detectoren. Maar indien het slechts mogelijk is, telefoons te bouwen van hoogen weerstand en even groote watt-gevoeligheid als die, gebruikt bij *ED*-detectoren (van lageren weerstand), wordt carborundum superieur. Inderdaad werd dan ook vastgesteld, dat met carborundum en hoog-ohmige gevoelige telefoon (Sullivan) even goede resultaten konden worden bereikt als met de *ED* detectoren en laag-ohmige telefoon (Telefunken) zie bijlage 4. Het geheel

samenloopen der beide lijnen voor berekenden gecommuteerden gelijkstroom en wisselstroom (I en II fig. 37) wat vorm betreft, garandeert juistheid van theorie en betrouwbaarheid van meetmethode.


Het blijkt, dat onder ca  $\frac{1}{2}$  volt. wisselspanning (3 amp. zenderzijde) geen uitslag optreedt bij *carborundum*.

*Wenschelijke hulpspanning.*

Uit het laatste gezegde blijkt, dat *carborundum* daardoor een zeer onbruikbare detector zoude zijn; een wisselspanning van  $\frac{1}{2}$  volt aan de detector-klemmen toch, beteekent reeds een respectabele hoeveelheid energie, bijna voldoende om een ouderwetschen coherer tot aanspreken te brengen. Hieruit vloeit het nut voort van een hulpelectromotorische kracht van 0,5 volt of daarboven, om den detector een begingevoeligheid te geven.



Beschouwen we de statische *gelijkstroom-karakteristiek* voor den *carborundum*-detector fig. 37, dan blijkt, dat het aanbrengen van een hulpspanning in positieve richting beteekent, dat we voor wisselstroom het nulpunt van het coördinatenkruis verleggen naar een punt, waar de kleinste verandering der opgedrukte spanning direct groote verandering in den galvanometer-uitslag brengt, van ongevoeligheid *onder een bepaalde spanning* is dan geen sprake meer.

Hoe de gunstigste hulpspanning door constructie wordt gevonden, is op fig. 40 voor gecommuteerden gelijkstroom aangegeven en wel is de constructie aangegeven voor een gecommuteerde gelijkstroom-spanning van 4 volt en een hulpspanning in één richting van resp 0, 1 en 4 volt gelijkstroom in positieve richting. De constructie der andere punten is weggelaten om de teekening duidelijker te houden.

We krijgen dan voor den totaal-uitslag (geconstrueerd op analoge wijze als fig. 37 zonder hulpspanning) de functie  $\alpha_g^*$  voor 4 volt  als f (hulpspanning), een lichtgebogen stijgende lijn (I).

Hiervan moet nu worden afgetrokken de begin-uitslag  $\alpha_g^0$  als functie van de hulpspanning (II) (gelijkstroom-karakteristiek dus). Het verschil geeft dan de *uitslag-vergrooting* als functie van de hulpspanning (III)  $\alpha_g = f$  (hulpspanning) een sinusoidaal-achtige kromme met een *maximum* bij een hulpspanning van 1.7 volt in dat geval.

Door dus deze hulpspanning aan te brengen, wordt, zooals de teekening doet zien, voor een gecommuteerde gelijkstroomspanning van 4 volt de uitslag, die zonder hulpspanning ca. 18,75 graad was, gebracht op 31 d.i. een geluidsverbetering van 65 pCt.

Dezelfde constructie is herhaald door  $E = 1$  volt ; hier is de verbetering reeds 11-voudig, door het aanbrengen van een hulpspanning van 2 volt. Voor  $E = 0,5$  volt  is de geluidsterkteverbetering natuurlijk reeds tot  $\infty$  gestegen, aangezien daar zonder hulpspanning geen werking is.

Uit de constructie blijkt voldoende duidelijk, dat, indien de hulpspanning in zoo'n punt van de kromme gekozen wordt, dat naar de eene zijde de kromtestraal van de karakteristiek afneemt, naar de andere toeneemt, de kleinste wisselspanning gelijkstroom moet veroorzaken, al blijft natuurlijk bestaan, dat die energie zóó klein kan worden, dat een telefoon of galvanometer die niet meer aantoonen.

Nagegaan diende nu te worden, of de in de practijk noodig gebleken hulpspanning klopte met die, welke voor gecommuteerden gelijkstroom was geconstrueerd, en of de geluidsterkestijging door hulpspanning dezelfde was, die verwacht mocht worden op grond dezer constructies.

Klopt ook dit, dan is dit wederom een bewijs, dat de ontwikkelde beschouwingswijze over de detectoren de juiste is en tevens de verte-meting tusschen station en meetstation als volkomen betrouwbaar kan worden aangezien.

Inderdaad werd zulk een serie genomen, waarvan de resultaten op de figuren 41, 42 en 43 zijn aangegeven.

Te dien einde werd op het draadloos station, met *constante stroomsterkte in de antenne*, een serie strepen gegeven, terwijl de bijbehorende galvanometer-uitslag op het meetstation

werd genoteerd. Daar werd niets anders veranderd, dan de hulpspanning; deze werd bij elke streep grooter gemaakt en genoteerd. De beginuitslag steeg natuurlijk daardoor ook. Deze laatste  $\alpha_g^\circ$  als functie van de hulpspanning, is in fig. 42 aangeteekend, zoo ook de totaal-uitslag, die ontstond bij het geven van een streep. De verticale afstand in het gearceerde vlak, het verschil tusschen  $\alpha_g^t$  en  $\alpha_g^\circ$ , geeft dus de *uitslag-vermeerdering van den galvanometer door wisselstroom* bij verschillende hulpspanningen.

De meting werd bij verschillende stroomsterkten, n.l.  $2 \times 11,7$ ,  $2 \times 14$  en  $2 \times 18$  amp. herhaald en leverde de drie lijnen 1, 2 en 3 van fig. 42.

Duidelijk valt op het analogo verloop met de voor gecommuteerden gelijkstroom geconstrueerde lijnen voor  $\alpha_g^t$  en  $\alpha_g^\circ$ .

De verschillen  $\alpha_g^t - \alpha_g^\circ$  zijn in fig. 41 en fig. 43 als functie van de hulpspanning opgeteekend, terwijl in fig. 43 ook nog eens de *berekende* krommen van fig. 40 zijn ingeteekend.

Geheel afdoende, zelfs verbluffend, is de wijze, waarop daarbij overeenstemming optreedt.

Het maximum van gevoeligheid, dat bij *berekening* bij 1,7 volt voor *sterk* geluid en 2 volt voor zwak geluid optrad, verkrijgt men hier in de praktijk voor alle drie de lijnen 1.2.3. (fig. 42) bij 1,66 volt; voorwaar een schoone overeenstemming, vooral daar alle drie deze geluiden onder de classificatie *sterk* vallen.

Ook de geluid-versterking  $\frac{\alpha_{\max}}{\alpha_0}$ , verkregen door de hulpspanning, zijnde  $71\%$ — $77\%$  (de geluidsterkten 1.2.3. zijn alle groot) klopt uitstekend met de geconstrueerde waarde van  $65\%$ . Een betere overeenstemming was bij het verschil in excitatie (gecommuteerde gelijkstroom tegenover gedempten sinusoidalen stroom) niet te verwachten. Interessant is, dat een tweede, hoewel minder hoog maximum gevonden wordt bij ca 0.8 a 1 volt hulpspanning. Dit behoeft niet te verwonderen; het is het punt, waar de gevoeligheid ongeveer begint, daar verlaat de gelijkstroom-karakteristiek de X as. Elk punt toch, waar de kromme discontinu is, is een gevoeligheidspunt.

#### *Wisselstroom-karakteristiek bij het gebruik van de gunstigste hulpspanning.*

Voor gecommuteerden gelijkstroom en voor de vastgestelde gunstigste hulpspanning van 1,66 volt is de karakteristiek gemakkelijk te construeeren. We krijgen dan op fig. 44 de *berekende* karakteristiek (I)  $\alpha_g \text{ } \int = f(\text{ } \int \text{ volt})$ .

We kunnen ze wederom *opnemen* met gedempten wisselstroom. Het resultaat is in dezelfde fig. opgeteekend als kromme (II). De hulpspanning in het meetstation is daartoe *constant* gehouden, de *antenne-stroomsterkte* op het geefstation veranderd en  $\alpha_g = \alpha_g^t - \alpha_g^\circ$  afgelezen. De gemeten functie (II) is bijna recht, moet echter op het laatst naar het nulpunt afbuigen (met zulke kleine stroomsterkten kon niet worden gegeven). De *geconstrueerde* lijn I is eveneens bijna recht, doch in lichten S-vorm. De overeenstemming is ook weer schitterend. Opvallend is bij deze hulpspanning het *rechtlijnig* verloop van de karakteristiek (op de kleine afwijking bij het begin na) terwijl bij detectoren werkende zonder hulpspanning een kwadratisch verloop voorkomt. Ik acht dit de reden, waarom de Engelschen, die in tegenstelling met de Duitschers, van den beginne af bij contactdetectoren een hulpspanning toepasten, deze contactdetectoren voor elektrische kleppen aanzagen. De laatstgevonden lijnen zouden die zienswijze dan ook wettigen, ware de afleiding uit de thermische werking van den detector *zonder* hulp-E.M.K. er niet aan voorafgegaan.

Duidelijk blijkt uit de afleiding, dat het nut van de hulp E.M.K. zeer groot is voor kleine geluidsterkten (bij 1 volt  $\int$  spanning een verbetering van 11 maal) maar dat het nut voor sterkere geluiden hoe langer hoe geringer wordt. Zulks blijkt ook direct uit een vergelijking van de wisselstroom-karakteristiek *zonder* hulp E.M.K. van fig. 37 beneden, die ongeveer *kwadratisch* verloopt, met die met *hulp* E.M.K. van fig. 43 die bijna *rechtlijnig* verloopt.

Tevens dient gewezen te worden op een eigenschap, die zoude kunnen dienen om sterk

storende geluiden en luchtstoringen weg te werken. Past men n.l. bij fig. 40 een hulpspanning in *negatieve* zin toe van 2 volt, dan geven geluiden overeenkomende met 4 volt gecommuteerden gelijkstroom *geen* uitslag (dus zijn ook onhoorbaar in de telefoon); *zwakkere* geluiden (b. v. 1 volt  $\int$ ) geven dan echter wel degelijk werking, zoodat men door handig instellen van een negatieve hulpspanning *sterke* geluiden kan *uitschakelen*, terwijl men *zwakke* (hoewel gewoonlijk iets verzwakt) blijft hooren. Dit geeft een gelegenheid tot het wegwerken van luchtstoringen, die niet onbeproefd mag worden gelaten.

*Wat beteekent de plaats op de karakteristiek waar de hulpspanning wordt toegepast?*

Na dit onderzoek over de werking der contactdetectoren rest nog de vraag, waarom juist het bepaalde punt der karakteristiek, waar de hulpspanning wordt toegepast, daartoe het meest geschikt is. Vooropgezet moet n.l. worden, dat niet alleen op den galvanometer, doch ook in de telefoon en voor het gehoor, dit punt een scherp gedefinieerd punt is.

In het algemeen is elke discontinuïteit in de karakteristiek een aangewezen punt; het *tweede* maximum is dan ook zoo'n punt, doch het *hoofd*maximum valt in een punt van de karakteristiek, dat *geen* discontinuïteit vertoont. Toch is het een bijzonder punt en we zien dit in, indien we de lijn van den schijnbaren detectorweerstand als functie van den erdoor vloeienden positieven gelijkstroom beschouwen (zie fig. 45).

Deze schijnbare weerstand is hierbij eenvoudig verkregen door de aangelegde spanning te deelen door de stroomsterkte, die ten gevolge van die spanning door den detector vloeit.

We zien dat tot ca. 0.0035 mA, de weerstand van den carborundum-detector ongeveer constant en *zeer hoog* blijft n.l. ca. 355000 ohm. Daarna valt de weerstand plotseling sterk, en verder minder om ten slotte vrijwel constant te blijven en eerst bij  $\infty$  stroomsterkte de eindwaarde van ca. 10.000 ohm te bereiken.

Deze kromme  $W_a = f(i_g)$  in fig. 45 is bij zeer sterke benadering een gelijkzijdige hyperbool, waarvan de eene asymptoot op 10.000 ohm afstand aan de stroom-as ligt, de andere asymptoot de weerstand-as is.

Deze quasi-hyperbool heeft in het midden, in het symetrie-punt, de grootste buiging, den kleinsten kromte-staal, en de hulpspanning moet toegepast worden in dit punt, wil men de grootste gevoeligheid bereiken. Hier toch is de kromte-afneming van de lijn bij beweging naar beide zijden het sterkst; gelijkstroom in de eene richting daar toegepast, geeft een *ontzettende* weerstandstijging, gelijkstroom in de tegenovergestelde richting *geen* groote vermindering. De ingeteekende, in de practijk opgenomen punten bewijzen voldoende, dat hier verklaring en practijk bijzonder goed kloppen.

Nadat nu aan den zeer constanten *carborundum detector* de hoofdeigenschappen van de contactdetectoren waren bestudeerd en een verklaring was gevonden voor de werking, die in alle onderdeelen bevredigde en tevens de betrouwbaarheid aantoonde van de hoogfrequentie-metingen tusschen zend- en meetstation, werden eenige metingen verricht met diverse Telefunken *ED*-detectoren, ten einde na te gaan, of de met *carborundum* behaalde resultaten zonder meer mogen worden overgebracht op het zooveel grilliger materiaal der *ED*-detectoren.

*Gelijkstroom-karakteristiek.*

Op fig. 31 is deze geteekend en wel eenmaal getrokken voor detector 1, eenmaal gestippeld voor detector 2.

Duidelijk is te zien, dat deze karakteristiek van dezelfde soort is, als voor carborundum behalve:

1e. zoowel positieve als negatieve zijde zijn veel steiler d. i. bij dezelfde aangelegde spanning is de weerstand *veel kleiner*.

2e. zoowel positieve als negatieve karakteristiek gaan door nul; hier is dus een hulp-

spanning *niet absoluut noodig* om bij kleine wisselstroom-energieën een zeker aanspreken te veroorzaken; vandaar dat Telefunken ze ook zonder potentiometer gebruikt.

*Gunstigste hulpspanning.*

Zoude een potentiometer toch geen voordeel kunnen aanbrengen?

Dit zoude men uit de aan den carborundum-detector analoge gelijkstroom-karakteristiek *wel* zeggen.

Ten einde dit uit te maken, werd wederom op het meetstation, ditmaal aan een ED-detector, een wisselstroom-karakteristiek bij constanten wisselstroom aan den zender en veranderlijke hulpspanning opgenomen:  $\alpha_g = \alpha_g^t - \alpha_g^o$  als functie der hulpsp. (Fig. 38) zooals dit bij den carborundum-detector reeds is uitgelegd (Fig. 40).

Uit figuur 38 is het resultaat te trekken, dat bij ca. 0.6 volt een maximum optreedt, dat bij deze bepaalde geluidsterkte een geluidverbetering van 77 % geeft, iets analoogs dus als bij carborundum. In dezelfde figuur is de gunstigste hulpspanning voor een willekeurig aangenomen gecommuteerden gelijkstroom van 0.8 volt geconstrueerd; ook voor dezen vindt men een gunstigste hulpspanning bij ca. 0.6 volt. Wederom goede overeenstemming tusschen theorie en practijk.

Ten overvloede werd nog geconstateerd, dat inderdaad in de practijk met Koepang ook een gunstigste hulpspanning bestond; alleen werd opgemerkt, dat er ED-detectoren waren voor welke een hulpspanning geen zeer merkbare verbetering gaf, doch dit waren eenlingen.

*In het algemeen gesproken, zal de ontvangst op de ED detectoren merkbaar verbeterd kunnen worden, vooral voor zwakke geluiden, indien door middel van een potentiometer een kleine hulpspanning van ca 0,6 volt aan den detector wordt aangelegd.* Dit is reeds een zeer belangrijk resultaat dezer onderzoekingen.

Fig. 46 stelt een stroom-weerstand karakteristiek voor van een ED-detector; ook hier is de lijn weer ten naasten bij een hyperbool, de schijnbare weerstand valt van ruim 4000 ohm bij stroomloosheid tot ca. 800 ohm voor zeer groote stroomsterkten; het gunstige punt voor de instelling van de hulpspanning ligt ook hier weer in het symetripunt van de kromme. Ook hier kloppen theorie en practijk weer volkomen, zooals het ingeteekende, in de practijk bepaalde punt doet zien.

*Wisselstroom-karakteristiek.*

Nu een betrouwbaar inzicht was verkregen in de werking, werd een karakteristiek voor gecommuteerden gelijkstroom geconstrueerd uit de statische gelijkstroom-karakteristiek teneinde na te gaan, of en in hoeverre deze in type overeenkwam met zeer vele werkelijk vroeger opgenomen krommen, die een maatstaf leverden o.a. voor de versterking. In fig. 56 is, gebaseerd op fig. 38, zoo'n berekende karakteristiek voor gecommuteerden gelijkstroom geteekend (I) daarom heen zijn eenige, werkelijk in het meetstation met wisselstroom opgenomen lijnen op diverse schalen aangegeven. De bij de lijnen geplaatste beide letters verwijzen naar de betreffende schalen.

Ook hier is de overeenstemming in algemeen verloop *bijzonder goed*.

We zien dus als algemeen verloop van de wisselstroom-karakteristiek: eerst een naar boven gebogen en kwadratisch verloop, na een knik overgaande in een meer recht gedeelte.

Bedacht moet worden, dat dit laatste gedeelte na den knik in de practijk nooit voorkomt daar dit ontzettend zware stroomsterkten zoude beduiden, waarbij de detector zich op de grens van verwoesting bevindt. Ten einde aan te geven, tot waar de practijk belang heeft bij dit onderzoek, moet een horizontale lijn worden getrokken op 350 graden van den spiegel galvanometer, aangezien deze lijn overeenkomt met een geluidsterkte van de grootte van vier parallel-ohm, de grootste geluidsterkte, die voor dagverbinding kan interesseeren. We zullen dan zien, dat we hierbij nog zeer ver van den knik verwijderd zijn.

Bij alle door mij onderzochte detectoren is men nog in het naar boven buigend gedeelte

en uit de statische gelijkstroomkromme is met alle zekerheid af te leiden, dat in dit gebied de galvanometer-uitslag *evenredig* moet zijn *met het kwadraat van de opgedrukte wisselspanning*.

Deze afleiding wordt ten volle bevestigd door zeer vele metingen ten behoeve van stralingsmetingen, waarbij *niet*, zooals bij de voorgelegde kromme, de galvanometer ging tot 10.000 schaaldeelen (natuurlijk herleid met shuntverhouding) doch slechts werkelijk tot een paar honderd graden.

Al deze krommen waren practisch gesproken kwadratisch. Geheel juist waren ze van de vergelijking:

$$\alpha_g = K.I_a^2 (1 - K^1.I_a)$$

Waarbij  $K^1$  een zeer kleine factor is (ca 0.015); practisch is derhalve de klemspanning een kwadratische functie.

Nu zoude het eenvoudig zijn, de meting voor deze *kleine* geluidsterkten *tusschen de stations zelve* door te zetten. Hierbij kunnen alle factoren even gemakkelijk constant gehouden worden, als bij meting met het meetstation, behalve de absorptie, die men nu eenmaal niet in de hand heeft. Door den regelmatigen gang, dien deze overdag heeft, zijn wel oogenblikken aan te wijzen, waarop men voor plotselinge verandering niet bevreesd behoeft te zijn, indien men de serie wat snel achter elkaar neemt, en men mag de resultaten voldoende achten, indien deze series bevestigen wat tusschen meetstations op grond van metingen bij grootere stroomsterkte en door berekening kan worden afgeleid.

Op fig. 47 zijn eenige series opgeteekend, tusschen de verschillende stations genomen; ten einde niet aan zelfbedrog te moeten denken, heb ik series genomen, voorkomende in de rapporten mijner medeleiders. De lijnen, die het kwadratische verloop moeten aangeven als door mij bedoeld, zijn ingeteekend. Duidelijk zichtbaar is, dat de veranderlijke absorptie bij alle lijnen min of meer parten speelt, doch dat het algemeen kwadratisch verloop er zoo duidelijk in is weergegeven, dat het bewijsmateriaal nog tamelijk betrouwbaar mag worden genoemd. Een der lijnen, No. IV, hoewel voor grootere stroomsterkten kwadratisch, nadert voor kleine stroomsterkten tot een rechte lijn, daarin met plotselingen knik overgaande, geheel in strijd met het verloop der andere drie lijnen; hier moet behalve de absorptie nog een andere factor ons parten gespeeld hebben, hetgeen duidelijk zichtbaar is bij vergelijking met lijn (I), die aanvankelijk hetzelfde verloop heeft, doch bij kleine stroomsterkten naar nul uitbuigt, zooals alle andere lijnen en zooals het ook bij ED-detectoren op grond van de statische karakteristiek het geval *moet* zijn. Het rechtlijnig verloop volgend, zouden we vinden dat Ambon Koepang niet meer zoude hooren, indien Koepang met  $\frac{1}{4}$  van de volle energie geeft; dat resultaat is nu bij de groote geluidsterkte tusschen *Ambon* en *Koepang*, die zelfs in de dalen niet komt onder 40 parallel-ohm bij volle energie, ten eenen male uitgesloten.

De lijnen bevestigen dus mijn bewering, gegrond op theoretische afleidingen en metingen tusschen de meetstations, dat bij *kleine geluidsterkten, zooals die ons bij het verkeer tusschen de stations interesseeren, de galvanometer-uitslagen practisch een kwadratische functie zijn van de stroomsterkte in de ontvang-antenne*.

*Hieraan knoopt zich nu vast de vraag, wat we met de gevolgde methoden voor het meten der geluidsterkte dit jaar hebben gemeten?*

Voor het meten van geluidsterkten van de grootten, zooals die gedurende het proefjaar tusschen de stations voorkwamen, zijn slechts twee methoden practisch bruikbaar. Verderop zal blijken, dat beide methodes uit een kwantitatief oogpunt beschouwd nietszeggend, en slechts voor relatieve vergelijkingen bruikbaar zijn.

De volkomen betrouwbare metingen der aankomende stroomsterkten door thermo-elementen, baretters enz. komen bij deze zwakke geluiden niet in aanmerking, daar de energie, noodig om deze instrumenten te beïnvloeden, van een heel andere grootte-orde is, dan de energie, die

werkelijk wordt ontvangen. We hebben hier te doen met energiehoeveelheden, die zelfs in den vorm van *gelijkstroom* maar nauwelijks direct meetbaar zouden zijn. De wisselstroom-instrumenten zijn echter, zooals bekend, zooveel minder gevoelig dan gelijkstroom-meters, dat aan directe meting van den aankomenden wisselstroom niet valt te denken en *deze eerst getransformeerd moet worden in gelijkstroom*, om meetbaar te worden.

Nu is de eenige wissel-stroom-gelijkstroom transformator die dergelijke kleine energieën transformeert, een *detector* en deze detectoren slijten sterk in het gebruik, raken door luchtstoringen ongevoelig enz., zoodat het niet mogelijk was over het geheele proefjaar op de drie stations steeds *met denzelfden detector te meten*, of dezen steeds gelijkmatig gevoelig te houden.

Wel werd in den beginne b.v. te Sitoebondo beproefd te meten op een niet extrême gevoeligen detector (molybdeniet), die veel langer constant blijft, dan de ED-detectoren, en dezen dan te ijken tegen een gevoeligen ED-detector, zoodat men de gemeten waarden moest omwerken doch deze omslachtige werkwijze werd verlaten toen bleek, dat ook deze molybdenietdetector langzaam maar zeker versleet.

Waren de constante eigenschappen van carborundum met potentiometer meer bekend geweest, dan had ik daar normaal-detectoren van voorgesteld, hoewel het bezwaar blijft, dat zwakke, op den ED-detector wél, echter op carborundum-detectoren *niet* hoorbare geluiden, niet kunnen worden gemeten.

Gemeten werd dus steeds op een zoo *gevoelig mogelijk* ingestelden ED-detector en deze werd zoolang mogelijk voor metingen gereserveerd, zoodat hij door correspondentie en luchtstoringen niet meer dan noodig behoefde te slijten of ontstellen.

Echter hielp dit slechts kort, zoodat vergelijking *tusschen verschillende meetdagen onderling*, riskant is. Vergelijking van gemeten waarden *over den zelfden meeldag* kan echter met het grootste vertrouwen geschieden; *alle verrichte geluidsterkte-metingen hebben dus het zwakke punt, afhankelijk te zijn van de eigenschappen van den voor energie-transformatie noodzakelijken detector; hebben dus slechts relatieve, en slechts binnen bepaalde grenzen absolute waarde.*

Gebaseerd op deze energie-transformatie werd nu volgens twee methoden gemeten:

A. de galvanometer-uitslag methode.

B. de z.g. parallel-ohm methode.

Hiervan is, afgezien van de bovenbedoelde restricties, klevend aan den detector en dus aan *beide* methoden, de sub A genoemde wel de betrouwbaarste, indien eenige voorzorgen worden genomen en de luchtstoringen niet te sterk zijn; vooral voor niet extrême zwakke geluiden.

Zooals verderop zal blijken, is sub B de eenig mogelijke methode, indien de luchtstoringen *sterk* zijn, maar deze methode is veel minder nauwkeurig, dan die sub A en de uitkomst *afhankelijk van den waarnemer* d.w.z. van diens oefening en gehoorscherppte; de uitkomsten zijn derhalve alleen van zeer relatieve waarde; het is steeds wenschelijk zoo mogelijk de verkregen waarden aan de sub A bedoelde galvanometer-uitslagen te toetsen. Dit geschiedde door het opstellen van parallel-ohm-galvanometer krommen.

#### A. Galvanometer-uitslag methode.

Het ligt voor de hand, dat de eenvoudigste methode daarin bestaat, den aankomenden wisselstroom te transformeeren door een detector in gelijkstroom, en dezen met een gevoeligen gelijkstroom-galvanometer af te lezen. Gewoonlijk bezigt men ter meting dus het ontvang-apparaat en schakelt in plaats van de telefoon een gevoeligen spiegel-galvanometer in (fig. 48).

Uit de critiek over de werking van het ontvang-apparaat is nu bekend, dat om tot evenredigheid tusschen *ontvang*-antenne-stroom en *zend*-antenne-stroom te mogen besluiten, de ontvang-antenne-demping constant moet blijven; dit kan:

1e. door de koppeling  $K$  tusschen antenne en detector-kring zeer los te houden, dan is  $d_s = d_s + d_v$ : de antennedemping is de som van stralings en verliesdemping. Deze methode geeft echter te geringe galvanometeruitslagen, moet dus verworpen worden.

2e. door de ontvang-antenne aperiodisch te maken (equivalent met zeer sterk koppelen).

Ook dit geeft te kleine galvanometer-uitslagen, ook deze methode moet verworpen worden behalve voor metingen op korten afstand (stralings-metingen tusschen zend- en meetstation).

3e. Door oeconomisch te koppelen d. w. z. zoó, dat een maximum-geluid dus maximum galvanometer-uitslag, wordt voortgebracht; uit de theorie bij behandeling van het ontvang-apparaat afgeleid, is gebleken, dat bij zeer kleine zenderdemping alsdan  $d_2 = 2(d_s + d_v)$  is, dus  $d_2$  eveneens constant. Deze methode is derhalve in ons geval de aangewezen, daar dit optimum gemakkelijk op het gehoor of gezicht is in te stellen en men dan zeker is, dat de ontvang-antenne-demping constant blijft.

Echter is deze koppeling afhankelijk van den detector-weerstand en galvanometer-weerstand; eerstgenoemde is weer afhankelijk van het geluid, vandaar dat deze critische koppeling van geval tot geval verandert en dus van geval tot geval moet worden ingesteld.

Dit kan nu bij benadering op het gehoor geschieden, met een telefoon die in de schakeling de plaats van  $G$  in de figuur 48 inneemt terwijl eerst na instelling van de juiste koppeling en afstemming de galvanometer  $G$  inplaats van de telefoon wordt ingeschakeld.

Dit zoude zuiver zijn, voor het geval de telefoon denzelfden weerstand en dezelfde zelf-inductie had als de vervangende galvanometer. Bij den te Koepang gebruikten galvanometer, die even als de telefoon ca. 1000 ohm weerstand heeft, kan de fout derhalve niet zeer groot zijn, bij de te Ambon en Sitoebondo gebruikte galvanometers, die 1750 ohm weerstand hebben, is de methode niet betrouwbaar.

Van daar dat b.v. te *Sitoebondo* achter den galvanometer van 1750 ohm een telefoon van 250 ohm werd geschakeld (zie fig. 48) die de waarnemer ook gedurende het aflezen om het hoofd behoudt. Hij stelt, daardoor luisterend, den condensator en de oeconomische koppeling in, hoort de meetstrepen mede, eventueel ook afgesproken letters en wat het grootste voordeel is, hij hoort in hoeverre de uitslag beïnvloed is door luchtstoringen, andere *seinende stations enz.*

Hij zal steeds aflezen op een oogenblik, dat geen storing voorkomt. Door dit hulpmiddel is de *meting op zichzelf* van groote nauwkeurigheid geworden, al is de waarneming een functie van den detector; de kans op persoonlijke fouten is door deze voorzorgsmaatregelen verbazend gering en voor metingen gedurende een en denzelfden dag, waarbij de detector ontzien kan worden en dan voldoende constant blijft, is de meetmethode ten eenenmale betrouwbaar ook quantitatief. Wat de resultaten betreft, is het duidelijk, dat men door den grooten galvanometer-weerstand, de *klemspanning* van den detector meet, zoodat, gelijk bij de behandeling der detectoren bleek, de uitslagen *binnen de meetgrenzen, practisch gesproken, evenredig zijn met het kwadraat van de stroomsterkte in de ontvang-antenne.*

$$\alpha_g \cong K \cdot I_a^2.$$

Echter is dit een *benadering* van den werkelijken uitslag, die van elken detector afzonderlijk afhangt. Voor het doel der metingen is deze kleine correctie zonder belang en onzeker, daar ze afhankelijk is van de bijzondere eigenschappen van elken detector op zichzelf. Deze kwadratische functie is van groot voordeel voor het beoogde doel.

Geacht wordt n.l. bij absorptiemetingen, dat de zend-antennestroom den geheelen dag constant blijft.

Dit is tenminste de bedoeling. Bij dezen constanten zendstroom verandert nu de ontvangstroom als gevolg van de dagelijksche absorptie.

Het is nu een voordeel, dat de galvanometer-uitslagen evenredig zijn met het kwadraat van den stroom in de ontvang-antenne, waardoor de variaties van die stroomsterkten overdreven worden overgebracht op den galvanometer, zoodat de variaties markanter worden en gemakkelijker te volgen.

De gebruikte spiegel-galvanometers waren uiterst gevoelig; 1 schaaldeel was ca 1/100 micro-ampère; de galvanometer op Koepang was iets ongevoeliger en van afwijkende constructie.



### B. Parallel-ohm-methode.

Zooals gezegd, kan de *sub A* bedoelde methode niet worden toegepast bij hevige, aanhoudende luchtstoringen; de galvanometer komt dan door de onregelmatige, doch zeer heftige uitslagen, door de luchtstoringen veroorzaakt, niet tot rust.

In dit geval is de bovenbedoelde *parallel-ohm meting* bruikbaar, waarbij het menselijk oor de luchtstoringen en teekens zooveel mogelijk scheidt. Erg betrouwbaar gaat dit echter niet en veel oefening is noodig, om bij hevige luchtstoringen resultaten te verkrijgen, waarop b.v. met 10 % nauwkeurigheid kan worden vertrouwd.

De methode berust op het navolgende:

Indien het aankomend geluid krachtig in de telefoon van een normaal ontvang-toestel wordt vernomen en aan de telefoon een parallel-weerstand (shunt) wordt gelegd, die zóó klein wordt gemaakt, dat het geluid in de telefoon verdwijnt, dan is natuurlijk de waarde van de shunt een maat voor de sterkte van het oorspronkelijk geluid. Was dit *sterk* dan kon de parallel weerstand *klein* gemaakt worden, was het zwak, dan verdween het geluid reeds, terwijl de shunt-weerstand nog een hooge waarde had. Deze methode geeft dus een eenvoudige wijze, om met normale ontvang-apparaten geluidsterkten te *schatten*. En de eenvoud, gevoegd bij de geringe meet-technische kennis, die vereischt wordt, is wel de reden geweest voor de algemeene invoering dezer methode, die schier elken scheepstelegrafist, schier elken amateur bekend is. Verschillende wetenschappelijke onderzoekers maken gebruik van waarnemingen, die door gewone telegrafisten en amateurs met behulp dezer meetmethode zijn gedaan, om daarop theoriën te bouwen betreffende absorptie, luchtstoringen enz. Zeer nauwkeurig is echter deze hulp-meting niet. Zij *kan* niet nauwkeurig zijn en wel om de volgende redenen:

1e. Evenals bij de *sub A* bedoelde galvanometer-methode is men afhankelijk van de hoedanigheden van den detector en nu niet alleen van veranderingen, betreffende de *gelijkstroom-klemspanning* bij constanten toevoer van wisselstroom-energie, doch ook speelt verandering in den inwendigen weerstand van den detector een belangrijke rol;

2e. Het critieke punt is: het juist verdwijnen van het geluid; dit nu geeft aanleiding tot vergissingen. Het is hier niet een eigenlijke nul-methode, zooals bij telefoonbruggen enz. waarbij ter weerszijden van het nulpunt het geluid opkomt, waardoor het nulpunt gemakkelijk is te benaderen, neen het gaat hier om een geluid-minimum, het geluid wordt steeds zwakker in *een* richting en nu moet men op een bepaald oogenblik zeggen: hier hoor ik niets meer. Deze appreciatie verschilt nu bij verschillende personen: sommigen hooren werkelijk niets meer, anderen verzwakken het geluid tot zij nog juist verschil tusschen punten en strepen van de serie meetletters (gewoonlijk eenige minuten de letter V) hooren, teneinde zelfbedrog buiten te sluiten. Zoo heeft elk voor zich een minimum-appreciatie, die verschilt voor verschillende personen onderling, ja, er is veel oefening voor noodig, willen de personen zelf zeker zijn, steeds een minimum van dezelfde sterkte als grens te nemen.

3e. Hier komt bij dat verschillende personen een zeer verschillende gehoorscherpthe hebben en *dezelfde* persoon zelfs op denzelfden dag verschillend scherp hoort, door vermoeienis enz.; geruisch van buiten blijft niet steeds constant en is van grooten invloed. Het behoeft dan ook geen verwondering te baren, dat twee verschillende personen, vlak na elkaar metend, wel waarden opgeven die 50 soms 100 % verschillen van elkaar.

Gelukkig voor de bruikbaarheid der methode verkrijgt een bepaald persoon door veel oefening een nauwkeurigheid, die ik bij normale geluidsterkten wel op c.a. 10% durf schatten, hetgeen mij herhaaldelijk door controle met de *sub A* bedoelde methode bleek. Was bij de galvanometer methode de veranderlijkheid van den detector de *eenige* foutbron, bij de *sub B* bedoelde parallel ohm methode komt daar dus bij de persoon die meet, diens aanleg tot nauwkeurigheid, oefening, gehoorscherpthe en vermoeienis. Waar veel volgens deze methode is gemeten, dient erop gewezen te worden dat bij belangrijke meetseries zooveel mogelijk voor den geheelen meetdag de zelfde

persoon hiervoor bleef aangewezen, die *niets anders deed*, teneinde zich niet te vermoeien; die een zeer scherp gehoor en nauwkeurighedsgevoel had en goed geoeffend was. Zooals gezegd, is na deze voorzorgen het resultaat vrij betrouwbaar en het is een verblijdend teeken, dat na eenige oefening de resultaten tusschen metingen door verschillende personen ook *niet veel* meer, en dan nog in vrij vaste verhoudingen, uit elkaar liepen.

Nagegaan dient nu te worden, *wat we meten* met deze meetmethode; dit is van te meer belang, daar bij de metingen, als grondslag voor de berekening van eventueel noodige versterking, volgens deze methode gegevens werden verzameld. Dat juist deze methode daartoe werd genomen en *niet* de galvanometer-methode, vond oorzaak daarin, dat  $X$  parallel ohm voor den telegrafist een bekend geluid is,  $Y$  galvanometergraden spreekt niet tot hem. De resultaten van het proefjaar zijn ook meest in parallel ohms uitgedrukt, en nadat een groot aantal gemiddelden waren bepaald, moest ook door den telegrafist aangegeven worden overeenkomstig diens ervaring: door *die* soort luchtstoringen kom ik met een geluid van *die* sterkte (uitgedrukt in parallel ohms) heen.

Theoretisch zal dus worden nagegaan, *wat* men feitelijk *meet* met deze methode; de uitkomst zal worden getoetst aan nauwkeurige metingen tusschen proef- en meetstations, waarbij de kans op persoonlijke fouten door bepaalde maatregelen sterk is verminderd en ten slotte zal worden nagegaan of deze gecontroleerde waarde klopt met de metingen tusschen Sitoebondo en Koepang, die grondslag waren voor versterkingsberekeningen.

De schakeling is, zooals in fig 49 (links) aangegeven (alleen de secundaire kring is geteekend); men heeft dus het gewone ontvangtoestel met een regelbaren weerstand p.o. evenwijdig aan de telefoon  $T$ . De meetmethode komt dus daarop neer, dat p.o. diermate wordt ingesteld bij elk aankomend geluid, dat het spanningsverschil tusschen de uiteinden ervan *constant* is en wel zoo klein, dat men in  $T$  juist een minimum  $i_T$  hoort. De spanning aan den weerstand p.o. is dus voor alle gemeten geluiden constant en wel:  $E_{po} = i_T \times w_T = \text{constant}$ .

Om nu op eenvoudige wijze een theoretische afleiding mogelijk te maken, moeten we afstappen van de tot nu toe gevolgde hulpbeschouwingen over den detector afgeleid uit de statische of gelijkstroomkarakteristiek. Deze geheele beschouwing en de in de practijk genomen wisselstroom-karakteristieken hadden ons tot het resultaat gebracht, dat de detectoren als een soort thermo-elementen konden worden opgevat, die bij toevoer van wisselstroom een bepaalde, daarbij behorende gelijkstroom-klemmen-spanning opleverden:  $E_g = f(I \sim)$  die *ten naasten bij kwadratisch* verliep.

Voor een bepaalde opgewekte gelijkstroom E. M. K. die we  $E_g$  noemen, vinden we dan:

$$E_g = I_g (W_{sp} + W_d + \frac{po \times W_T}{po + W_T}) \quad (A)$$

Dit zal duidelijk zijn indien we bedenken, dat het complex van telefoon en shunt, die respectievelijk de weerstanden  $W_T$  en  $po$  bezitten, een resulterenden weerstand vertegenwoordigt van:  $\frac{po \times W_T}{po + W_T}$ .

Verder is:  $W_{sp}$  = de weerstand van de secundaire spoel, die gewoonlijk is te verwaarloozen.  
 $W_d$  = de detector-weerstand.

Verder is de instelling zóó dat de spanning aan de klemmen van den  $po$  weerstand constant is, welke voorwaarde als volgt wordt uitgedrukt:

$$po \times (I_g - I_T) = W_T \times I_T = K = \text{Constant.} \quad (B)$$

Nu is de eerste vereischte te weten of de detector-weerstand  $W_d$  een functie is van den doorvloeienden gelijkstroom, indien de wisselstroom-toevoer constant wordt gehouden.

Teneinde dit te onderzoeken, werd in de in fig. 49 rechts aangegeven schakeling, de *wisselstroom-toevoer constant gehouden* en de galvanometer uitslag ( $G$ ) als functie van den ingeschakelden weerstand  $W_1$  afgelezen.

Teneinde zeker te zijn, dat deze ingeschakelde weerstand niet tevens den *wisselstroom* beïnvloedde, werd ze kort gesloten door den condensator van 2 mf waardoor de grootte van den daar naast geschakelden inductie-vrijen weerstand van geen merkbaaren invloed kan zijn op den doervloeienden *wisselstroom*.

Het resultaat van deze meting is in fig. 50 aangegeven.

De functie uitslag galvanometer ( $\alpha_g$ ) = f (weerstand totaal  $W_1$ ) blijkt een hyperbool-achtige lijn te zijn: (I) functie.

Zet men echter  $\frac{K}{\alpha_g} = f(W_1)$  dus de *reciproke* waarde van den uitslag als functie van den weerstand, dan vinden we een zuiver rechte lijn (II) die de weerstandenas beneden 0 snijdt. Dit nu beteekent dat de detector-weerstand constant is want

$$E_g = (W_d + W_g + W_1) I_g = K. (W_d + W_g + W_1) \alpha_g$$

waarin:  $E_g$  = opgewekte gelijkstroom E.M.K. = constant.  
 $W_d$  = detector-weerstand  
 $W_g$  = galvanometer-weerstand  
 $W_1$  = bij-geschakelde weerstand  
 $I_g$  = gelijkstroomsterkte  
 $\alpha_g$  = galvanometeruitslag.

of

$$(W_d + W_g + W_1) = \frac{E_g}{K. \alpha_g} = \frac{K_1}{\alpha_g}$$

$$(W_d + W_g) + W_1 = \frac{K_1}{\alpha_g}$$

We vonden nu inderdaad voor de functie  $W_1 = f\left(\frac{K_1}{\alpha_g}\right)$  een rechte lijn, die de weerstandas onder nul snijdt; het stuk onder de nul-as is dus  $(W_d + W_g)$  en het feit, dat de lijn zuiver recht is, bewijst dat  $(W_d + W_g)$  een *constante grootte* is en geen functie van  $W_1$ , en waar  $W_g$  constant is, is dus ook  $W_d$  constant.

Voor den hier onderzochten detector blijkt uit de figuur dat:

$$\begin{array}{r} W_d + W_g = 2350 \text{ OHM} \\ W_g \qquad \qquad \quad 50 \text{ OHM} \\ \hline W_d \qquad \qquad \quad = 2300 \text{ OHM} \end{array}$$

De *ED* detectoren zijn dus te beschouwen als thermo-element met een eigen weerstand van deze grootte, die *onafhankelijk* is van den geleverden gelijkstroom. Hierbij wordt verwezen naar fig. 29 en naar de bijdrage (Hoofdstuk V bijl. 2) van den Ambon-leider, die tot eenzelfde resultaat komt langs anderen weg.

Nu diende ook te worden nagegaan, of de detector-weerstand wellicht afhankelijk is van den opgedrukten gedempten wisselstroom.

Tot dat doel dient men de kromme van fig. 50 voor geluiden van verschillende sterkte te herhalen. Men krijgt dan voor  $\frac{K_1}{\alpha_g}$  als f ( $W_1$ ) steeds rechte lijnen voor iedere sterkte van geluid, doch onder andere helling. Alle snijden de weerstand-as beneden 0 op een afstand  $(W_d + W_g)$ .

Is deze detector-weerstand  $W_d$  nu een constante, dan zullen alle lijnen moeten wijzen naar één punt van de weerstand-as. Verandert  $W_d$  als functie van het geluid, dan moet dit snijpunt met de weerstandas zich verplaatsen als functie van het ontvangen geluid.

Fig. 51 geeft nu het resultaat voor verschillende geluidsterkten. De lijnen voor de minder

sterke geluiden (lijnen I en II) zijn opgenomen met een spiegel-galvanometer (weerstand 2000 Ohm  $W_g$ ) terwijl de sterkere geluiden (lijnen III—VI) met een gevoeligen naaldgalvanometer (weerstand 50 Ohm  $W'_g$ ) zijn opgenomen.

Uit de figuur volgt zonder meer, dat voor *dezen* detector de weerstand afhankelijk is van de wisselstroom-belasting. De weerstand verandert toch, van 1600 Ohm (lijn I) bij zwak geluid (17,5 p.o.) tot 700 Ohm (lijn VI) bij zeer krachtig geluid (0,1 p.o.) d.i. een weerstands-vermindering van ruim 50%, die echter eerst bij een *enorm krachtig* geluid optreedt.

Teneinde nu na te gaan in welk verband de weerstand-vermindering bij belasting afhankelijk is van den opgedrukten wisselstroom, is in fig. 51 de lijn VII geconstrueerd, waarin de verticale as, gerekend van het nulpunt van as A, naar beneden, den gevonden detector-weerstand voorstelt als functie van den wortel uit de bijbehorende galvanometer-uitslagen =  $f$  (wisselstroomsterkte).

Voor dit doel is de uitslag van den spiegelgalvanometer van de lijnen I en II herleid op (onafleesbare) graden van den naaldgalvanometer  $\alpha_g$ . De verhouding der gevoeligheid is 775.

Bedoelde functie  $W_d = f \sqrt{(\alpha_g)}$  d.i. lijn VII, geeft een zuiver rechte lijn, zoodat blijkt, dat voor een oneindig zwak geluid de weerstand van dezen detector 1680 Ohm is en dat de weerstand evenredig vermindert met den wortel uit den galvanometer-uitslag, d.i. ongeveer evenredig met de sterkte van den doervloeienden wisselstroom.

Deze lijn is tot zeer sterke geluiden voortgezet. Teneinde na te gaan in hoeverre deze weerstand-vermindering voor normale geluiden d.i. tot ca. 2 p.o. van invloed is, werd de weerstand bepaald voor 5 en 2 parallel Ohm hetgeen reeds zeer zware daggeluiden zijn.

Voor 5 p.o. was de vermindering van den weerstand vergeleken bij dien voor een zeer zwak geluid 8,35%, voor 2 p.o. was deze vermindering 13,7%.

Voor praktische waarden is deze vermindering dus van secundair belang. Voor zeer sterke geluiden kan daarentegen de invloed zeer groot zijn (0.1 po — 56%).

De juiste formule voor de parallel-ohm-galvanometer lijn, onder verwaarloozing van den weerstand van de zelfinductiespoel wordt gevonden uit:

$$\frac{1}{p_o} + \left( \frac{1}{W_t} + \frac{1}{W_d} \right) = \frac{E_g}{I_t \cdot W_t \cdot W_d} \quad (I)$$

$$\alpha_g = \frac{K E_g}{W_d + W_g} \quad (II)$$

$$\text{uit (I) en (II): } \frac{1}{p_o} + \frac{1}{W_t} = \frac{1}{W_d} \left\{ K^1 \alpha_g (W_d + W_g) - 1 \right\} \quad (III)$$

$$\text{waarin } K^1 = \frac{1}{K \cdot I_t \cdot W_t}$$

Voert men de afhankelijkheid in van  $W_d$  als functie van  $\alpha_g$  nl.:

$$W_d = W_d^o (1 - K_2 \sqrt{\alpha_g}) \quad (IV)$$

dan wordt de eindformule

$$(V) \quad \frac{1}{p_o} + \frac{1}{W_t} = \frac{-K_1 K_2^2 \alpha_g^2 + K_1 K_2 \alpha_g^{3/2} + K_1 (W_g + W_d^o) \alpha_g + K_2 \alpha_g^{1/2} - 1}{W_d^o (1 - K_2 \alpha_g)}$$

In het algemeen is echter in (IV)  $K_2$  zeer klein en verschilt derhalve  $W_d$  voor praktisch gebruikte geluiden zeer weinig van  $W_d^o$  (slechts enkele procenten), zoodat gewoonlijk zonder bezwaar formule (III) kan worden toegepast, welke nog steeds een correctie voor de verandering van  $W_d$  toelaat, ja zelfs meestal met de eenvoudige formule

$$\frac{1}{p_o} + \left( \frac{1}{W_t} + \frac{1}{W_d} \right) = \frac{K \alpha_g}{I_t \cdot W_t \cdot W_d}$$

of zelfs voor  $W_d = \text{constant}$ :  $\frac{1}{p_o} + K_1 = K_3 \alpha_g$ .

Uit de begin-vergelijkingen (A) en (B), blz. 162 volgt door oplossing:

$$\frac{1}{p_0} + \left( \frac{1}{W_T} + \frac{1}{W_{sp}} + W_d \right) = \frac{E_g}{I_T W_T (W_{sp} + W_d)}; \text{ of indien we in eerste benadering } W_d \text{ constant houden:}$$

$$\frac{1}{p_0} + K_1 = K_2 E_g \cong K_3 \cdot \alpha_g \cong K_4 \cdot I^2 \alpha.$$

Afgezien dus van den vorm van de wisselstroom-karakteristiek van den detector moet gelden de betrekking  $\frac{1}{p_0} + K_1 \cong K_3 \alpha_g$ , voor  $W_d = \text{constant}$

$$\text{waarin } K_1 = \frac{1}{W_T} + \frac{1}{W_d}$$

$$K_3 = \frac{K_5}{I_T W_T W_d}$$

$$K_5 = \frac{E_g}{\alpha_g} \text{ dat is de galvanometer-gevoeligheid}$$

indien we den spoel-weerstand  $W_{sp}$  *verwaarloozen* tegenover den detector-weerstand, hetgeen in het algemeen geheel toelaatbaar is.

Deze karakteristiek is de z.g. *galvanometer-parallel-ohm* lijn, die het verband aangeeft tusschen de resultaten der sub *A* en *B* beschreven, gedurende het proefjaar gevolgd, meetmethoden.

Duidelijk is, dat  $K_1$  alleen afhankelijk is van  $W_T$ , den telefoon-weerstand en  $W_d$  den detector-weerstand, waarvan de eerste een absolute constante is, de tweede een betrekkelijke (nl. voor een en denzelfden detector). Persoonlijke meetfouten beïnvloeden dus *niet* de constante  $K_1$ .

De constante  $K_3$  hangt af in de eerste plaats van de constante  $K_5$ , die door de galvanometer-gevoeligheid wordt beheerscht en dus voor een bepaalden galvanometer een absolute constante is.

Verder hangt  $K_3$  weder evenals  $K_1$ , af van  $W_T$  en  $W_d$ , waarvan hetzelfde geldt, als voor  $K_1$  gezegd en ten slotte van  $I_T$  de *minimum telefoonstroom*, waarbij het geluid juist verdwijnt.

Deze factor  $I_T$  nu, is sterk afhankelijk van persoonlijke eigenschappen van den *waarnemer* en maakt, dat men, doordat de waarde  $I_T$  geschat wordt, voor verschillende personen een verschillend verband krijgt voor de functie  $\frac{1}{p_0} = f(\alpha_g)$ , terwijl het niet te verwonderen is, dat zeer veel oefening noodig is, opdat een en dezelfde persoon een eenigszins regelmatig verband vindt.

Op fig. 52 zijn de resultaten der vergelijking tusschen de beide meetmethoden op een bepaalden meetdag gegeven. Te *Sitoebondo* bleef voor deze vergelijking steeds de zelfde persoon werkzaam. Een ander persoon las daarbij steeds den galvanometer af, waarbij fouten vooral voor niet te zwakke geluiden nauwelijks verwacht mogen worden. De eerste persoon mat steeds de parallel-ohms.

De eene kromme (X) is te *Sitoebondo* de andere (⊙) te *Ambon* opgenomen van Koepang.

Waar men veilig mag aannemen, dat de galvanometer-uitslagen zonder fout zijn afgelezen, daar zien we, dat *eenzelfde persoon* te *Sitoebondo* bijv. bij 20 graad galv. uitslag schatte tusschen 60 en 110 ohm, terwijl de juiste waarde bij 80 lag, d. i. een betrekkelijke fout naar boven en beneden van ca. 35%, terwijl te *Ambon* bij 32° een fout van 30% naar boven en beneden mogelijk bleek. Hieruit blijkt wel het *betrekkelijk onbetrouwbare* van de parallel-ohm-methode, zelfs bij opneming door dezelfde persoon (deze had reeds een half jaar oefening toen de bewuste krommen werden genomen).

Door de bepaalde punten heen zijn nu de theoretische krommen volgens bovenstaande nauwkeurige formule geconstrueerd, waarbij de telefoon-weerstand op 1000 ohm, de detector-

weerstand overeenkomstig fig. 51 is genomen. De detector-weerstand, die hier slechts is aangenomen overeenkomstig fig. 51, kan voor de werkelijk gebruikte detectoren verschillend zijn geweest, hetgeen van invloed is op het verloop van de lijn — desniettegenstaande geven beide lijnen een goed gemiddelde, zoodat de onderstelling niet ver van de werkelijkheid kan hebben afgeweken.

De constante  $\frac{K_5}{I_T}$  verschilt voor beide galvanometers en observatoren en is na het aannemen der beide bovenbedoelde constanten uit het waarschijnlijkste punt van beide waarnemingsreeksen berekend. Het is opmerkelijk hoe nauwkeurig deze theoretische krommen van de hoogste tot de laagste waarden een fraai gemiddelde vormen voor beide puntenreeksen. Niettegenstaande de betrekkelijke onnauwkeurigheid der practisch bepaalde punten is onomstootelijk duidelijk, dat de vooropgezette formule *strikt geldig* is. Nog duidelijker dan voor dezen eenen meetdag, blijkt dit uit vergelijking met een uit zeer veel gemiddelden practisch opgenomen verband, dat vastgelegd is als fig. 27 bij de bijdrage van den Ambon-leider (bijlage 2 van dit Hoofdstuk).

Dit verband kan behebt wezen met afwijkingen, daar het een *gemiddelde* is van waarnemingen over een heel jaar verricht door verschillende personen met steeds klimmende geoefendheid, werkende met zeer verschillende detectoren met verschillende en veranderlijke inwendige eigenschappen, terwijl telefoon en galvanometer-gevoeligheden ook verandering kunnen hebben ondergaan. Toch blijkt uit fig. 53, die het theoretisch verband aangeeft, voor een bepaalde gemiddelde persoon, detector- telefoon- en galvanometer-gevoeligheid, dat de door den heer BROUWER practisch gevonden punten over het algemeen goed het theoretisch verloop bevestigen. Eenige afwijking is te constateeren voor de zeer zwakke geluiden. Dit behoeft geen verwondering te baren, daar voor deze geluiden en de *parallel-ohm* methode en de *galvanometer-methode* het minst nauwkeurig zijn en de theoretische lijn daar dus de betrouwbaarste is; trouwens voor zeer zwakke geluiden vallen de punten weer practisch samen. Uit het verloop van de practische lijn is ook eenigszins te zien, dat deze voor de afwijkende waarden foutief kan zijn; het verloop is daar n.l. minder vloeiend. Voor andere waarden van den theoretisch *aangenomen* detector-weerstand kunnen echter de lijnen elkaar nog iets, hoewel onbeduidend, naderen. Bij de zeer zeker mogelijke afleesfout van 1 % op den galvanometer (de uitslag wordt ook bij zwakke geluiden het meest beïnvloed door luchtstoringen) behoeft slechts een fout van 12 % à 15,5 % (in één geval echter 29,5 %) in de gemeten p. o. te worden aangenomen, om het verschil te verklaren.

Eerstgenoemde foutmogelijkheden kunnen grif als bestaande worden aangenomen; men behoeft echter fig. 52 slechts aan te zien, om ook dit laatste getal van 29,5 %, zij het ook als *uiterst mogelijke* fout, aannemelijk te maken.

Uit de theoretische krommen liet zich nu gemakkelijk extra-poleeren hoeveel galvanometer-uitslag noodig was voor grootere geluidsterkten, hetgeen van belang was voor de bepaling van de noodzakelijke energieopvoering voor een eventueele versterking.

De grootste geluidsterkte die des daags interesseert, n.l. die, waarmede men door luchtstoringen, geklassificeerd met 4 heen komt, d. i. 5 *po*, bleek overeen te stemmen met een uitslag van 276° op den galv. te Sitoebondo, gelijk 113° op dien te Ambon, terwijl voor het nachtgeluid van 2 parallel-ohm respectievelijk 646 en 266 graden uitslag vereischt worden.

Ten einde na te gaan, of ook voor grootere geluidsterkten dan die welke tusschen de proefstations kunnen geproduceerd worden, dezelfde wet blijft gelden, werden deze metingen tusschen het proefstation *Sitoebondo* en het daarbij behoorend meetstation voor zeer krachtige geluiden herhaald.

Deze geluiden maakten het tevens mogelijk, de kans op *persoonlijke meetfouten te verminderen*, door de telefoon te vervangen door een galvanometer, waarop de minimum stroom  $I_T$  nauwkeurig kon worden ingesteld. De kans op fouten is daardoor sterk verminderd. De meet-

weerstand was daarbij een bifilaire *sleedraad*, waarop gemakkelijk in  $1/100$  ohm kon worden afgelezen.

Gewezen moet er op worden, dat de gemeten parallel-ohms niet rechtstreeks te vergelijken zijn met die, welke tusschen de stations werden gemeten. De vervanging van de telefoon van 1000 ohm door een galvanometer van 50 ohm, het groote verschil in gevoeligheid tusschen deze en een *telefoon* maken, dat de constanten  $W_T$  en  $I_T$  geheel verschillen van de overeenkomstige, tusschen de hoofdstations onderling. Ter vergelijking diene, dat een geluid gemeten in het meetstation van 3 parallel-ohm, ongeveer overeenkomt met een geluid van c.a. 0,5 parallel-ohm tusschen de proefstations onderling.

De metingen, waarvan de resultaten op fig. 54 zijn aangegeven, strekten zich dus uit over zeer krachtige geluiden, zooals die tusschen de proefstations met 1-0,03 parallel-ohm worden getaxeerd. Door de opgenomen punten, die door den bovenbedoelden voorzorgsmaatregel veel minder grillig liggen dan bij de parallel-ohm metingen in de practijk tusschen de proefstations onderling, zijn lijnen getrokken, die beantwoorden aan de formule:

$$\frac{1}{p_0} + \left( \frac{1}{W_T} + \frac{1}{W_D} \right) = \frac{K \alpha_g}{I_T W_T W_D}$$

De overeenstemming tusschen theorie en practijk is ook hier weer geheel overtuigend; de constanten zijn natuurlijk voor elk der drie lijnen verschillend, overeenkomstig den detectorweerstand; deze bleek verschillend van grootte en voor lijn II constant te blijven, terwijl hij voor de lijnen I en III 50% daalde tusschen sterk en zwak geluid.

De schakeling is eveneens op fig. 54 weergegeven.  $Sp_2$  is de secundaire spoel die „oconomisch” aan de afgestemde meetantenne is gekoppeld.

De opgewekte gelijkstroom kan door den tweepoligen omschakelaar 0 beurtelings op den galvanometer  $G_1$ , die de  $\alpha$  aangeeft, en op den parallel-ohm weerstand  $p_0$  geschakeld worden; zooals boven uiteengezet, is daarbij de telefoon vervangen door een galvanometer  $G_2$ ; de weerstand  $p_0$  wordt nu zóólang verschoven, tot de galv.  $G_2$  een bepaalden kleinen uitslag geeft.

Uit bovenstaande metingen, zoowel tusschen de proefstations onderling als tusschen *proef-* en *meet-*station, staat onomstootelijk vast, dat de verhouding tusschen gemeten galvanometeruitslag en gemeten parallel-ohms, zeer goed wordt uitgedrukt door de formule:

$$\frac{1}{p_0} + \left( \frac{1}{W_T} + \frac{1}{W_d} \right) = \frac{K \alpha_g}{I_T W_T W_d}$$

Te voren was reeds aangetoond, dat de galvanometeruitslag bij *niet extrême sterke* geluiden, evenredig was met het kwadraat van de stroomsterkte in de ontvang-antenne.

Echter moet hierbij de restrictie worden gemaakt, dat een beginstroom van bepaalde waarde schijnt noodig te zijn, om den detector tot aanspreken te brengen.

Gemeten tusschen *proef-* en *meet-*stations is deze stroom zoo klein, dat die in de diagrammen niet te voorschijn komt.

Ook tusschen *Ambon* en *Koepang* gaat de kwadratische lijn, die de functie tusschen galvanometer-uitslag en zendstroom voorstelt, bijna precies door nul zooals fig. 47 dit doet zien.

Op grotere afstanden, wordt die beginstroom echter merkbaar; de lijn tusschen *Koepang* en *Sitoebondo* op fig. 47 is ook kwadratisch, doch *gaat niet door nul*; er is, zoo als uit de herleiding volgt, bij de absorptie, waarbij de kromme werd opgenomen, een antennestroom van ca 4 amp. noodig, om een begin van geluid te geven. Voor de langere verbinding *Ambon-Sitoebondo* is in sommige gevallen de beginstroom *groter* dan de bedrijfsstroom, men hoort elkaar dan niet. Van dit gezichtspunt beschouwd, moet dus de formule, die de verhouding tusschen de geluidsterkte in parallel-ohms tot den zendstroom uitdrukt, bij *constante absorptie* zijn van den vorm:

$$\frac{1}{p_0} + K_1 = K_3 (I_a - I_0)^2$$

Hierbij zijn  $K_3$  en  $I_0$  afhankelijk van de absorptie. Deze formule heb ik nu getoetst aan een serie waarnemingen tusschen *Koepang* en *Sitoebondo*, die destijds waren gehouden om de verhouding te berekenen, waarin de zendstroom moet worden vermeerderd om een geluid van bepaalde sterkte te verbeteren tot een sterker geluid, uitgedrukt in een bepaald aantal *p.o.* (versterkingsproeven).

De metingsresultaten zijn gevoegd bij mijn voorloopig versterkingsvoorstel van 29 Maart 1914.

Fig. 55 laat nogmaals twee dier meetseries zien, voorgesteld door (X) resp. (0) punten. Daardoorheen is getrokken de lijn  $I$  van den vorm:

$$\frac{1}{p_0} + K_1 = K_3 (I_a - I_0)^2$$

waarbij  $K_1 \left( \frac{1}{1000} + \frac{1}{2300} \right) = \left( \frac{1}{W_T} + \frac{1}{W_d} \right)$

en  $I_0 = 5.5$  ampère, is genomen.

Bedenkt men de groote fout-mogelijkheid van de *parallel-ohm*-methode en de mogelijkheid van een ingeslopen fout door absorptie-verandering gedurende de meting, dan is de overeenstemming sprekend en de formule als geheel steekhoudend te qualificeeren. Vooral indien men bedenkt, dat de kromme is nagerekend voor de 0 punten; door de X-punten gaat een kromme met iets andere constanten.

Volledigheidshalve dient erop gewezen, dat ik destijds bij de berekening der noodige versterking door de gevonden punten een lijn trok *niet* voldoende aan bovenbedoelde formule:

$$\frac{1}{p_0} + K_1 = K_3 (I_a - I_0)^2 \text{ doch aan een benaderde formule: } \frac{1}{p_0} = K \cdot I_a^2.$$

Deze was minder gegrond op theoretische overwegingen, dan wel op een logarithmisatie van de practisch bepaalde punten.

Ten einde te demonstreeren dat deze benadering alleszins afdoende was in het onderhavige geval, is laatstgenoemde 3e machts-functie (lijn II) nogmaals gestippeld, naast de correcte formule (I), ingevoerd.

Zichtbaar is, dat het verschil in verloop van alle belang ontbloomt is, dat hoogstens een fout van eenig belang kan ontstaan bij zeer zwakke geluiden (boven 400 parallel ohm welke ons niet interesseeren) en een gering verschil bij extrapolatie van sterke geluiden.

Waar overdag zelden geluiden sterker dan 5 *p.o.* noodig zijn voor *buitengewone* luchtstoringen, heb ik ter bepaling van de destijds gemaakte fout deze geluidsterkte volgens de correcte formule geëxtrapoléerd. Bij den hier beschouwden absorptie-toestand is voor een geluid van 5 *p.o.* een zendstroom van 54 ampère noodig; volgens de benaderings-formule was daarvoor 48.5 amp. noodig. Voor het *zeer sterke* geluid van 2 *p.o.* is bij dezen absorptie-toestand volgens de correcte formule 82 amp. noodig, terwijl volgens de benaderingsformule met 65.5 amp. kan worden volstaan. Voor de practisch voorkomende dag-geluiden is het verschil dus geheel te verwaarloozen.

*Resumeerende is dus het resultaat der onderzoekingen over de detector-werking het volgende:*

1e. de onderzochte contact-detectoren werken geheel als thermo-elementen, d.w.z. zij transformeeren hoogfrequente wisselstroom in gelijkstroom en produceeren daarbij een klemspanning, die voor practische geluidsterkten een kwadratische functie is van den opgedrukten wisselstroom; bij abnormaal sterke belasting wijkt deze functie van de kwadratische af, op een wijze, die uit de z.g. gelijkstroom-karakteristiek van te voren is te berekenen. Deze afwijking heeft in de practijk geen belang.

2e. De werking laat zich ook verklaren als een soort gelijkrichting. Uit de z.g. gelijkstroom-karakteristiek d.i. de lijn, die het verband aangeeft tusschen opgedrukte gelijkstroomspanning



en dientengevolge doorvliedenden stroom blijkt toch, dat in één der beide richtingen belangrijk meer stroom doorvloeit, dan in de andere.

Deze verklaring is *niet* in strijd met de hypothese van een thermowerking, daar elk thermo-element een dergelijke karakteristiek vertoont; het is veel meer een hulp-voorstelling; en het asymetrische geleidend vermogen is het gevolg van *thermische* werkingen als *Peltier*, *Joule* en *Thomson-effect* en wellicht andere.

3e. De gevoeligheid, vooral bij zwakke geluiden, laat zich in het algemeen bij alle contact-detectors verhoogen door een hulpgeleijkstroomspanning, een z.g. potentiometerinrichting. Voor de sterkste geluiden is de verbetering een steeds afnemende. Hiermede houdt verband, dat de karakteristiek van zulk een thermo-detector met hulpspanning *geen* kwadratische functie is; de klemspanning nadert meer tot een lineair verband met den antenne-stroom, met een afwijking nabij het nulpunt. Dit verloop is vermoedelijk oorzaak, dat vele, vooral Engelsche auteurs, die met detectors met potentiometer werkten, de werking als *klepwerking* qualificeerden.

4°. Bij *constanten wisselstroom*-toevoer blijft de *detector-weerstand* geheel constant, onafhankelijk van den daaraan ontnomen *geleijkstroom*.

5°. De detector-weerstand *vermindert* en wel ongeveer lineair met den opgedrukten *wisselstroom*, zoo de energie-toevoer wordt vergroot. Zoo is voor de ED detectors de weerstand bij uiterst kleinen toegevoerden wisselstroom ca. 1500—2000 ohm, om bij zeer krachtig geluid te dalen onder 5 à 600 ohm en lager.

6°. Met deze beschouwingen als grondslag en bevestigd door practische metingen ook van mijn medeleiders, kan omtrent de beteekenis der gedurende de jaarproeven verrichte geluidsterkte-metingen het volgende worden geconstateerd:

A. Bij de z. g. *galvanometeruitslag methode* meet men de *detector-klemspanning* bij gunstigste afstemming en koppeling. De uitslag  $\alpha_g$  is bij benadering een maat voor het kwadraat van den wisselstroom in de ontvang-antenne:

$$\alpha_g = K \times I_a^2$$

B. Bij de z. g. *parallel-ohm methode* meet men de *mate van kortsluiting*, die men bij normale schakeling aan de ontvangtelefoon kan aanbrengen, om het geluid daarin *juist te doen verdwijnen*. Deze mate van kortsluiting geeft een zekere maat voor het oorspronkelijk geluid. Het verband tusschen die kortsluiting (parallel-ohm) en de stroomsterkte in de ontvang-antenne, wordt gegeven (voor practische geluiden genoegzaam nauwkeurig) door de formule:

$$\frac{1}{p_0} + K_1 = K_2 (I_a - I_0)^2.$$

waarbij  $K_1$  van den detector- en telefoon-weerstand afhangt,  $K_2$  bovendien van den waarnemer, en  $I_0$  van de absorptie.

Door de *afhankelijkheid van den waarnemer*, zijn in de methode B meetfouten tot ca. 30 % in de waarde van po geconstateerd, een fout waarvan de methode A vrij is.

Methode A is echter *onbruikbaar* bij sterke luchtstoringen, methode B is dan een waar devol *hulpmiddel*.

De Sitoebondo-leider,

C. J. DE GROOT.

## Hoofdstuk V.

### BIJLAGE 4.

#### Onderzoekingen van den Sitebondo-leider, betreffende den gunstigsten weerstand van de telefoon in verband met den eigen weerstand van den gebruikten detector.

#### KORTE INHOUD.

Aanleiding tot het onderzoek . . . . .	Blz. 173.
A. Onderzoek naar de <b>absolute</b> telefoongevoeligheid . . . . .	„ 173 t/m. 177.
Indeeling der <i>betrekkelijke</i> gevoeligheid in drie categorieën:	
1e. <i>stroom</i> gevoeligheid.	
2e. <i>spannings</i> gevoeligheid.	
3e. <i>energie</i> gevoeligheid.	
Alleen definitie geeft voor een bepaalde telefoon een bepaalde <i>vaste</i> waarde ( <i>absolute</i> gevoeligheid) . . . . .	„ 174 „ .
<i>Meetmethode</i> tot bepaling van de <i>telefoongevoeligheid</i> afgeleid uit <i>parallel-ohm</i> (geluidsterkte) meetmethode . . . . .	„ 175 „ 176.
<i>Resultaten</i> <i>dezer meting</i> , . . . . .	„ 176 „ 177.
B. Nadat de telefoon naar grootste absolute gevoeligheid is gekozen, <i>aanpassing van de bewikkeling aan den eigen weerstand van den detector</i> . . . . .	„ 177 „ 181.
<i>Theoretische afleiding</i> en <i>practische bevestiging</i> van den eisch, dat telefoonweerstand = ongeveer detectorweerstand moet zijn voor gunstigste ontvangresultaten. . . . .	„ 178.
<i>Eischen waaraan de telefoon blijkt te moeten voldoen</i> . . . . .	„ 178.
1e. Grootst mogelijke <i>absolute</i> gevoeligheid (afhankelijk van bouw, materiaal magnetisch circuit, membraan-afstemming op zendtoon, grootst mogelijke wikkelruimte, effectieve oorafsluiting, enz., mechanische gevoeligheid).	
2e. Gebruik van <i>beide ooren</i> indien deze normaal d.i. gelijk scherp hooren.	
3e. De <i>wikkelruimte</i> moet met een zoodanige <i>draaddikte</i> bij minimum dikte der draadislatie worden volgewikkeld, dat de telefoonweerstand ongeveer gelijk wordt aan den detectorweerstand.	

# Hoofdstuk V.

## BIJLAGE 4.

### Onderzoekingen van den Sitoebondo-leider, betreffende den gunstigsten weerstand van de telefoon in verband met den eigen weerstand van den gebruikten detector.

Een opdracht van den Hoofdleider om de gevoeligheid van *Sullivan-hoofdtelefoonen* te vergelijken met die van de tot nu toe gebruikte *Telefunken-telefoonen*, gaf den *Sitoebondoleider* aanleiding, dit onderzoek verder uit te breiden dan tot een bloote vergelijking van de absolute gevoeligheid der telefoonen.

Het is toch een uit literatuur en ervaring bekend feit, dat verschillende telefoonen bij gelijke *absolute* gevoeligheid, afgezien van afhankelijkheid van de ontvangen toonhoogte, toch minder of meer bruikbaar zijn, al naar de grootte van den wikkelweerstand in verhouding tot den inwendigen weerstand van den *kristal-detector*, waarmede men werkt.

In het algemeen neemt men aan, dat detector- en telefoonweerstand elkaar niet veel mogen ontloopen.

Is de telefoon-weerstand te *klein*, dan wordt het grootste gedeelte der gelijkstroom-energie in den detector zelf verteerd; is de telefoon-weerstand te *groot*, dan wordt de geleverde gelijkstroom-energie sterk verminderd; al neemt de telefoon er dan een grooter *gedeelte* van op, de totaalenergie voor de telefoon vermindert daarbij. Dus moet een voordeeligste tusschenweg bestaan en men ziet dan ook zeer zeker bij kristallen van hoogen eigen weerstand meestal telefoons met grooten weerstand in gebruik. Het verband behoorlijk vast te stellen, is het doel van dit onderzoek geweest.

#### *A. Onderzoek naar de absolute gevoeligheid.*

Alvorens deze te bepalen, dient te worden vastgesteld wat onder *absolute telefoongevoeligheid* wordt verstaan.

Indien voor verschillende doeleinden een telefoon zoo gevoelig mogelijk moet wezen, is het afgezien van de *electrische* eigenschappen, als bewikkeling enz., een hoofdvereischte, dat de *mechanische* gevoeligheid zoo groot mogelijk zij, d. w. z. dat constructie van magnetisch circuit, membraan, regelbare membraan-afstand enz. de telefoon in staat stellen om met het geringste aantal daarop gelegde *ampère-windingen* in het oor een bepaald geluid te verwekken.

Bij deze definitie van de absolute gevoeligheid is deze derhalve van de bewikkeling onafhankelijk, zoodat we daarna nog de vrije keuze hebben om door bewikkeling met verschillend aantal windingen (natuurlijk van verschillende draaddoorsnede) de geboden wikkelruimte te vullen.

Verderop zal nl. blijken, dat — afgezien van het met het aantal windingen stijgend verlies aan wikkelruimte, dat het gevolg is van een procentueel toenemende hoeveelheid draad-isolatie-materiaal — voor elke soort wikkeling de benodigde elektrische *energie*, uitgedrukt in watts, benodigd om een bepaald geluid te produceeren, constant blijft, onverschillig of de wikkeling uit vele windingen van dun draad of uit weinig windingen van dik draad bestaat, wanneer daarbij slechts het aantal ampere-windingen constant blijft.

*De telefoon, die met een minimum aantal watts een bepaald geluid produceert, is derhalve mechanisch het gevoeligst.*

Staat de *mechanische* d.i. ook de *energie-(watt)-gevoeligheid* van een telefoon vast, dan hebben we het in de hand, door *bijzondere volwikkeling* van de wikkelruimte de telefoon aan te passen aan het bijzondere doel, waarvoor deze moet dienen.

*We onderscheiden daarin drie gevallen:*

1e. *stroomgevoeligheid* d.w.z. dat het bijzondere doel, dat we willen bereiken, een aanspreken van de telefoon op een zoo klein mogelijke stroomsterkte eischt.

2e. *spanningsgevoeligheid*: een aanspreken op zoo klein mogelijke klemspanning is noodig.

3e. *energiegevoeligheid*: de telefoon moet aanspreken op een zoo klein mogelijke toegevoerde energie.

Verderop zal blijken, dat van deze drie eischen alleen die *sub 3e onafhankelijk* is van de wikkelwijze; de voldoening aan de eischen *sub 1e* en *2e* is echter voor eenzelfde telefoon met *constante mechanische gevoeligheid* een functie van de bewikkeling.

Sprekend dus van *de gevoeligheid* van een telefoon, dan moeten we noodgedrongen de *definitie* *sub 3e* kiezen, daar dit de *eenige vaststaande maatstaf* is, zonder het aantal telefoon-windingen te kennen.

Hiertegen kan te minder bezwaar zijn daar zal blijken, dat steeds door het opleggen van een passende wikkeling die telefoon het gevoeligst gemaakt kan worden, ook in de beteekenis van de definities *1e* en *2e*, die de grootste *absolute of wattgevoeligheid* heeft. Dat bij de definities *1e* en *2e* de gevoeligheid afhankelijk is van de *bewikkeling* en bij de definitie *3e* deze afhankelijkheid *niet* bestaat, is hieronder afgeleid.

Gemakkelijk is in te zien, dat gevoeligheid uitgedrukt in *minimumstroom* niet kan dienen als absolute maat. Bij de kleine te bezigen stroomsterkte toch is de *dunste mechanisch voort te brengen* en te wikkelen draad voldoende, om dien stroom te dragen en is dus volgens deze definitie die telefoon *per se* het gevoeligst, die het *grootste aantal windingen* heeft.

De telefoon-werking hangt toch bij vaststaande mechanische constructie af van den doorvloeienden stroom  $\times$  het aantal windingen. Door het aantal windingen dus tot het practisch mogelijke uiterste op te voeren, stijgt de *stroomgevoeligheid* steeds.

Doch ook gevoeligheid, uitgedrukt in *minimum benodigde klemspanning* kan niet gebruikt worden als maatstaf, aangezien ook dit voor een bepaalde telefoon met bepaalde, mechanische gevoeligheid, geen vaste waarde is.

Begint men nl. met te bedenken, dat een bepaalde telefoon een bepaalde wikkelingsruimte biedt op de spoelen en dat men die ruimte, hoeveel windingen men er ook op wikkel, in ieder geval ten *volle* zal benutten (dus vol wikkelen) voor een maximum rendement, zoodat men dus bij minder windingen de draaddikte zal vermeerderen, om den weerstand zoo klein mogelijk te houden; en laat men buiten rekening, dat de nuttige wikkelruimte inderdaad niet streng con-

stant is, doch voor klimmend aantal wikkelingen afneemt, als gevolg van ongunstige onderlinge verhouding van koper tot isolatie (zijdebespinning of emaille), dan wordt de *weerstand* bij een  $n \times$  *zoo groot aantal* windingen in dezelfde wikkelruimte  $n^2 \times$  *zoo groot*. Het aantal windingen is toch  $n \times$  *zoo groot* en de beschikbare doorsnede per winding  $n \times$  *zoo klein*.

We hebben dus:

$W_T = n^2 \times W_0$  waarbij  $W_0$  den weerstand voorstelt voor het geval de telefoon 1 winding had van de volle doorsnede van de wikkelruimte.

Nu is  $E_T = I_T \cdot W_T = I_T n^2 W_0 = I_T n (n W_0)$ . De gevoeligheid van de telefoon wordt nu bepaald door het benodigde aantal ampère-windingen  $I_T n = \frac{E_T}{n W_0}$ .

$E_T$ , de minimum telefoon-spanning is dus ook geen maat voor de gevoeligheid, daar de gevoeligheid behalve van  $E_T$  ook van  $n$  afhangt. Komt het op een minimum klemspanning aan, zoo blijkt uit de bovenstaande formule, dat  $n$  daartoe zoo *klein mogelijk* d.i. 1 moet zijn, dus juist andersom als bij *stroomgevoeligheid*.

Echter blijft de gevoeligheid *onafhankelijk van het windingtal, wanneer we die gevoeligheid uitdrukken in minimum benodigde energie*.

Uit  $W_T = n^2 \times W_0$  volgt:

Telefoonenergie =  $I_T^2 W_T = I_T^2 n^2 \cdot W_0 = (I_T n)^2 W_0$ .

Die telefoon is derhalve als het gevoeligst te qualificeeren waarvoor de minimum energie  $I_T^2 \cdot W_T$  noodig is. Deze waarde is *onafhankelijk van de bewikkeling*, die bepaald wordt door andere aan de telefoon te stellen eischen.

Voor *zeer vele* windingen gaat niettegenstaande het beweerde, de gevoeligheid wel achteruit, daar door de minimum toelaatbare draadisolatie bij vele windingen, door procentgewijze toenemend isolatie-materiaal, de wikkelruimte niet constant blijft, doch afneemt. Dit kan reden zijn om *niet* met het aantal windingen tot een uiterste te gaan.

Bedoeling was, om de *Sullivan*-telefoons op gevoeligheid te beproeven t.o.v. *Telefunken*-telefoonen, voor een energievorm, overeenkomende met dien in het bedrijf tusschen de stations gebruikt, d.w.z. stroom-stooten van een toonfrequentie van 1000/sec. terwijl elke stoot zijn oorzaak vindt in een door den detector gelijkgerichte groep van gedemte sinusoidale trillingen van geringe demping; gebruikt werd dus een vergelijkings-methode, die aan de practijk was aangepast, en wel de *parallel-ohm* methode.

Bij deze methode is toch het „juist” verdwijnen van het geluid in de telefoon een criterium voor de sterkte van een aankomend geluid; anderzijds kan dus bij een *constant geluid* de methode worden gebruikt tot vergelijking van de minima van den benodigden telefoonstroom en daardoor tot berekening van de telefoongevoeligheid.

Weliswaar is de methode niet extrême-nauwkeurig, doch waar de metende persoon zeer geoefend was en het alléén op kwalitatieve vergelijking aankwam, was de methode nauwkeurig genoeg voor het onderhavig geval.

Uit fig. 52 blijkt, dat de gelijkstroom bij de ingestelde parallel-ohm-methode wordt uitgedrukt door de navolgende formule:

$$I_g = \frac{E_d}{W_d + \frac{p.o. \times W_T}{p.o. + W_T}} \quad (I).$$

waarin:

$W_d$  is de detector-weerstand.

$I_g$  is de door  $W_d$  gevoerde gelijkstroom.

$E_d$  is de gelijkstroom-E.M.K., door den detector opgewekt.

$\frac{p_o W_T}{p_o + W_T}$  is de resulterende weerstand van de parallel geschakelde telefoon ( $W_T$ ) en meetweerstand  $p_o$ .

Veronderstellen we nu gedurende de meting het aankomend geluid en dus ook  $E_d$  constant, en nemen we een detector *van zeer grooten eigen weerstand* (carborundum ca. 60.000 Ohm en meer) ten opzichte van de gemeten parallel-ohms  $p_o$  (en dus nog grooter ten opzichte van de parallel geschakelde combinatie van  $p_o$  en  $W_T$ ) dan is voor alle metingen de door den detector geleverde gelijkstroom *practisch constant* en wel:

$$I_g = \frac{E_d}{W_d} = \text{constant} \quad (\text{II}).$$

$W_d$  is namelijk constant, daar het *ontvangen geluid* en dus ook de *opgedrukte wisselstroom* constant is. Van dezen stroom  $I_g$  gaat nu een klein gedeelte nl.  $I_T$  door de telefoon, de rest nl.  $I_o$  door den  $p_o$  weerstand en wel is:

$$I_T \times W_T = I_o \times p_o \quad (\text{III}).$$

terwijl:

$$I_T + I_o = \text{constant} = I_g \quad (\text{IV}).$$

uit (III) en (IV) volgt:

$$I_T = \frac{I_g \cdot p_o}{W_T + p_o} = K \frac{p_o}{W_T + p_o}. \quad (\text{V}).$$

We hebben dus in formule (V) een middel om den minimalen benoodigden telefoonstroom  $I_T$  voor diverse telefonen te vergelijken door de *parallel-ohms* daarbij te meten voor een *constant aankomend geluid*.

Dit geschiedde nu voor de aanwezige *Telefunken telefoon* en de *Sullivan telefoon*. De eerste is een enkelvoudige hoofdtelefoon waarbij het andere oor door een oorlap wordt afgesloten, de weerstand was 1000  $\Omega$ . De *Sullivan telefoon* was een hoogohmige dubbelhoofdtelefoon, waarvan de twee telefonen achtereenvolgens werden geschakeld:

- a. beide telefonen *parallel*: totaal weerstand 2000  $\Omega$ .
- b. elke telefoon *voor zich*, de andere, ongebruikte slechts als oorafsluiting dienst doend, totaal weerstand 4000  $\Omega$ .
- c. beide in *serie* (normaal geleverde schakeling) totaal weerstand 8000  $\Omega$ .

*Gemeten werd nu:*

Voor	Telefunken telefoon 1000 $\Omega$	Sullivan telefoon.		
		a. parall. 2000 $\Omega$	b. 1 schelp 4000 $\Omega$	c. serie 8000 $\Omega$
Geluid:	105 po. 95 " 85 "	95 po. — —	— 155 po. —	— — 160 po.
Uit formule (V): $I_T$ min.	0.095 k 0.0867 k 0.07835 k	0.0453 k — —	— 0.0373 k —	— — 0.0196 k.

Uit deze waarden blijkt:

1e. dat in alle drie schakelingen *a*, *b* en *c* de gevoeligheid, (afgemeten naar den *minimalen* stroom) van de Sullivan-telefoon *groter* is dan van de Telefunken-telefoon en wel voor de gevallen:

*a.* is deze verhouding: 2.098 : 1.

*b.* " " " : 2.325 : 1.

*c.* " " " : 4 : 1.

2e. Dit spreekt echter van zelf; al waren Telefunken- en Sullivan-telefoons van gelijke en gelijkwaardige *mechanische* constructie, dan is natuurlijk de telefoon met de *meeste windingen*, dus bij gelijke mechanische constructie ook met den *grootsten weerstand*, voor stroom het gevoeligst.

Bezien van het standpunt van de *absolute telefoongevoeligheid* was de gevoeligheid van de Sullivan-telefoon t.o.v. die van de Telefunken-telefoon, uitgedrukt in de verhouding van de wortels uit de benodigde *energie-minima*:

bij schakeling *a.* 1.48 × die van de Telefunken telefoon.

" " *b.* 1.16 × " " " " "

" " *c.* 1.414 × " " " " "

De waarden voor *a* en *c* die 4.5 % verschillen, moeten feitelijk gelijk zijn, daar in *beide* gevallen met *twee* ooren en *twee* telefonen wordt gehoord, zoodat *dezelfde totale minimum energie noodig moet* zijn. Deze afwijking is door meetfout of absorptieverandering tusschen de metingen (die bij beschouwing van de resultaten der meetserie op blz. 176 1e kolom ook blijkt te bestaan) ontstaan.

*Uit bovenstaande blijkt:*

1e. dat de absolute wattgevoeligheid van de Sullivantelefoon in *alle drie* schakelingen *a*, *b* en *c* *groter* was, dan die van de onderzochte Telefunken-telefoon en wel ca. 1.45 × *groter* voor de gevallen *a* en *c*, waarbij op elk oor een telefoon werd gebruikt en slechts 16% *groter* voor het geval *b*, waarbij evenals bij de Telefunken-telefoon slechts één (en wel in beide gevallen het zelfde) werkzaam was.

2e. dat *het werken met twee ooren met twee gelijke telefonen* derhalve bij dezelfde ontvangen energie een *geluidverbetering* in de verhouding 1.45:1.16 brengt, onverschillig, of de beide gebruikte telefonen in serie of parallel zijn geschakeld, mits de wattgevoeligheid van elke telefoon maar constant en gelijk aan die van de andere is.

3e. dat het derhalve, al wordt op *Telefunken-telefonen* doorgewerkt, aanbeveling verdient niet „één oor”, doch *beide, actief te maken* en wel door vervanging van één der oorklappen door een tweede telefoon (verderop zal blijken dat beide telefonen dan in serie zijn te schakelen, om nader uit leggen redenen).

4e. dat, wil men steekhoudend de absolute gevoeligheid van de Sullivan-telefoon vergelijken met de Telefunken-telefoon, men dit in schakeling *b* moet doen, waarin voor beide telefonen slechts *één oor actief* is. Dit is noodzakelijk, daar het gebruik van één of van beide ooren een zoo grooten invloed blijkt te hebben.

Het resultaat van de vergelijking voor geval *b* was, dat de Sullivan-telefoon een absolute wattgevoeligheid had, die 16 % *groter* is dan voor de onderzochte Telefunken-telefoon. Waar deze laatste echter reeds 3 jaar dienst doet en derhalve in gevoeligheid vermoedelijk is achteruitgegaan, kan men gerust verklaren, dat beide fabrikaten *een nagenoeg gelijke absolute watt-gevoeligheid hebben*.

Door gebruik van *beide* ooren echter is de geheele Sullivan combinatie ca. 1.45 × zoo gevoelig, als de *eenoor-Telefunken* telefoon.

#### *B. Aanpassing van den telefoon-weerstand aan dien van den detector.*

Deze *absolute* gevoeligheid alleen nu, is geen maat voor de bruikbaarheid van de telefoon in de draadloze telegrafie.

In sommige gevallen toch, kan een *nattgevoeliger* telefoon *veel zwakker teekens* produceren dan een ongevoeliger soort.

Normaal zijn toch eenvoudig telefoon en detector in serie geschakeld en werkt hierop de E. M. K. van den detectorgelijkstroom; we hebben dus:

$$I_T = \frac{E_d}{W_d + W_T}$$

$$\text{Telefoon-energie} = I_T^2 \cdot W_T = \frac{E_d^2 \times W_T}{(W_d + W_T)^2}$$

Waar voor een bepaalden detector, bij een bepaald geluid,  $E_d$  en  $W_d$  constant zijn, is er, zooals uit bovenstaande formule blijkt, een waarde van  $W_T$ , waarbij de telefoon-energie een maximum wordt.

Eenvoudige differentiatie toont aan, dat zulks het geval is voor  $W_T = W_d$ , aangezien men dan heeft:

Telefoon energie  $= I_T^2 W_T = \frac{E_d^2}{4 W_T}$  = de *halve* door den detector geproduceerde energie

welke  $E_d \cdot I_T = \frac{E_d^2}{W_d + W_T} = \frac{E_d^2}{2 W_T}$  is.

Waar de absolute telefoongevoeligheid onafhankelijk bleek van het aantal windingen en dus van den telefoonweerstand, die daarmede samenhangt, en waar nu blijkt, dat van de aanwezige, door den detector geleverde energie een zoo *groot mogelijk* deel, n.l. 50 % *alleen dan* aan de telefoon wordt *toegevoerd*, wanneer de *telefoonweerstand* gelijk is aan den *detectorweerstand*, daar moeten we dus aan een telefoon eischen stellen, die veranderen voor elken detector, dien we gebruiken. De eischen worden dus:

1e. Zoo groot mogelijke *absolute gevoeligheid* van de te gebruiken telefoon. Deze hangt af van bouw, dimensies en materiaal van magnetisch circuit en membraan enz. Het membraan moet op den gebruikten vonktoon afgestemd zijn.

2e. *Beide* ooren van den telegrafist moeten benut worden, aangezien dit voordeel gaf bij dezelfde absolute gevoeligheid, tegenover ontvangst met één oor.

3e. De vol te wikkelen ruimte moet bewikkeld worden met een dusdanige draadsoort, dat de weerstand van de telefoon gelijk is aan den detectorweerstand. Het aantal op te leggen windingen wordt dus hierdoor, door de grootst mogelijke wikkelruimte en de dunst mogelijke draadisolatie beheerscht.

Waar ook voor een zelfde soort detectoren de weerstand der enkelingen verschilt, moet natuurlijk een gemiddelde detectorweerstand aangenomen worden. Deze is voor de in het proefjaar gebruikte ED-detectoren ca. 2000 ohm.

Deze weerstand valt af bij toenemende wisselstroombelasting d.i. bij sterker geluid. Waar het gunstig rendement vooral bij zwak geluid het meest noodzakelijk is, zoude het dus van voordeel zijn, den telefoon-weerstand gelijk te maken aan den detectorweerstand bij *zwak*-geluid d.i. ca. 1500—2000 ohm voor de ED-detectoren.

Als resultaat van sub 2e en 3e vindt men, dat de ontvangst vooral voor zwakke geluiden nog is te verbeteren door 2 *Telefunken-telefonen in serie te schakelen en dan beide ooren te gebruiken* of de beide schelpen van een *Sullivan-telefoon parallel* te schakelen, waardoor de weerstand eveneens 2000 ohm wordt.

Inderdaad bleek zulks bij controle in de practijk het geval.

Anderzijds blijkt, dat de geleverde *Sullivan-telefonen* hoewel van iets grootere absolute gevoeligheid, in hun *serie-schakeling* voor het gebruik met Telefunken-detector minder bruikbaar zijn. Bij parallelschakeling d.i. schakeling *a* vorenbedoeld, zijn ze echter goed bruikbaar.



Daarentegen zijn ze veel bruikbaar dan de Telefunken-telefoons bij gebruik van kristallen van hooger weerstand, zooals *carborundum*. Inderdaad bleek het geluid op *carborundum* met *Sullivan-telefoon* even goed, als dat op *ED-detector* met *Telefunken-telefoon*.

Teneinde aan de op blz. 176 gestelde meetserie en ook aan een voor *ED detector* genomen meetserie aan te toonen, dat deze gunstigste telefoonweerstand in de praktijk bestaat, is hier onder voor de diverse gevallen afgeleid, hoeveel maal bij opheffing van de shunt (parallel-ohm) de geluidsterkte het bij meting ingestelde *geluid-minimum* overtreft.

Voor den bepaalden detector is dan natuurlijk die telefoon het bruikbaarst, waarbij de verhouding zoo groot mogelijk wordt.

Bij opheffing van  $p_o$  hebben we toch het geluid, zooals dat in de *praktijk wordt ontvangen*, terwijl bij het aanleggen van  $p_o$  het *minimum hoorbaar* geluid optreedt. Dit geluid dient dus als eenheid waarin de opgenomen signalen zijn uitgedrukt.

Voor deze series was  $\frac{p_o \times W_T}{p_o + W_T}$  (I blz. 175) niet te verwaarloozen tegenover  $W_a$ , vooral niet voor de serie, waarbij de *ED-detector* werd gebruikt. Dus moeten we  $I_T$  nauwkeurig uitdrukken en wel is:

$$(I) \quad I_T = I_g \frac{p_o}{W_T + p_o} = (V \text{ blz. 176}) = \frac{p_o}{W_T + p_o} \left( \frac{E_a}{W_a + \frac{p_o \cdot W_T}{p_o + W_T}} \right)$$

Noemen we nu den telefoonstroom van het *seinteecken*, dus bij *opheffing* van  $p_o = I'_T =$  dan is

$$(II) \quad I'_T = \frac{E_a}{W_a + W_T}$$

$$\frac{I'_T}{I_T} = \frac{\frac{E_a}{W_a + W_T}}{\frac{p_o}{W_T + p_o} \left( \frac{E_a}{W_a + \frac{p_o \cdot W_T}{p_o + W_T}} \right)} = 1 + \frac{W_a \cdot W_T}{p_o (W_a + W_T)}$$

Nemen we b.v. den detectorweerstand bij de gemeten geluiden aan op ca. 1500 ohm, dan is

Voor:	Telefunken telefoon 1000 $\Omega$	Sullivan telefoon.		
		a. Parall. 2000 $\Omega$	b. 1 Schelp 4000 $\Omega$	c. Serie 8000 $\Omega$
$\frac{I'_T}{I_T}$	7	7.12	—	—
= verhouding telefoongeluid van ontvangen teeken van constante zendsterkte tot minimum geluid in telefoon	—	—	4.9	—
= maat voor goede ontvangst	—	—	—	3.53
Geluid gemeten in p.o.	100	140	— 280	— 500

Uit bovenstaande blijkt, dat voor *Telefunken*-telefoon, die ongeveer evenver van den detectorweerstand aflag als de Sullivan (schakeling *a*) het gehoorde geluid ook practisch even sterk is nl. ca.  $7 \times$  de hoorbaarheidsgrens; voor de Sullivan telefonen in schakeling *b* en *c* (met  $W_T$  resp. ca. 2.67 en 5.34 maal boven den detectorweerstand liggend) was het ontvangen geluid ca. 4.9 resp.  $3.53 \times$  de hoorbaarheid d.i. slechts 70 % resp. 50 % van het hoorbare in een *Telefunken* telefoon. Afgezien dus van *absolute* telefoongevoeligheid blijkt hier, dat *die* telefoon het geschiktst is, welker weerstand het dichtst bij den detector-weerstand ligt.

Het zelfde wordt bevestigd voor de serie op blz. 176 voor carborundum. Den weerstand  $W_d$  ca. 50.000 Ohm nemend is:

$$\frac{I_T}{I_T} = 1 + \frac{W_d \cdot W_T}{p_0 (W_d + W_T)}$$

Telefunken- telefoon.	Sullivan-telefoon.		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
10.335	21.25	—	—
11.31	—	24.9	—
12.54	—	—	44.1

Bij ontvangst van *even krachtige signalen* op dezen carborundum-detector, waren dus al naar gebruik van de diverse telefoons, de tot het oor doordringende geluidsterkten:

Telefunken-telefoon 1000 ohm, ca. 10-voudige hoorbaarheid.

Sullivan *a* 2 schelpen parallel 2000 ohm, ca. 20-voudige hoorbaarheid.

Sullivan *b* 1 schelp 4000 ohm, ca. 22-voudige hoorbaarheid.

Sullivan *c* 2 schelpen in serie 8000 ohm, ca. 35-voudige hoorbaarheid.

Het geluid neemt dus steeds toe, naarmate men een (in absolute gevoeligheid ongeveer gelijke) telefoon van hooger en weerstand neemt, en men daarmee den weerstand nadert. Het is jammer, dat deze weerstand van ca. 50.000 ohm door een koptelefoon wel niet bereikt zal kunnen worden. Naar ik meen, is de practische grens ca. 12.000 ohm, zoodat men nog slechts op 25 % van den detectorweerstand kan komen, anders zoude carborundum, zooals uit fig. 57 volgt, een bijna onverbeterlijke gelijkrichter zijn. Al zoude het echter mechanisch mogelijk zijn, telefonen boven 12.000 ohm weerstand voor het dubbelstel = ca. 3000 ohm per klosje, te vervaardigen, dan zal het telefoon-rendement toch weer moeten zakken, door het onvermijdelijke, overgroote plaatspercentage aan isolatie-materiaal.

Ten einde te demonstreeren hoeveel verlies ontstaat indien de telefoonweerstand boven of beneden den detectorweerstand is gelegen, is op fig. 58 aangegeven, hoe de te bereiken telefoonenergie:

$$\text{Telefoonenergie} = I_T^2 \cdot W_T = \frac{E_d^2 \cdot W_T}{(W_d + W_T)} \text{ verloopt als functie van de verhouding } \frac{W_T}{W_d}.$$

We zien deze energie eerst snel, daarna steeds langzamer stijgen en een maximum worden voor  $W_T/W_d = 1$  om daarna weer te zakken.

Hier blijkt, dat waar bij carborundum met *Sullivan*-telefoon  $W_T/W_d$  slechts de waarde

$\frac{8000}{50.000} = 0,16$  bereikt, ook slechts 45% van de leverbare energie naar het oor wordt overgebracht, zoodat niettegenstaande het hooge gelijkrichtende rendement van carborundum van 93.4% (fig. 57) de werking overeenkomt met een detector met een rendement van 42% en telefoon van juisten weerstand.

Anderzijds blijkt ook, dat voor de Telefunken-telefoon van 1000 Ohm bij den detectorweerstand van ca. 1500 Ohm 96% van het maximum geluid ontstaat, terwijl het detectorgelijkrichtrendement ca. 82.9% is (fig. 57) d.w.z. dat 79.5% wordt gehaald van het theoretisch mogelijke.

Waar nu op blz. 7 bleek, dat de dubbele hoofdtelefoon, bij carborundum gebruikt, een absolute gevoeligheid had, die ca.  $1.45 \times$  die van de bij den ED-detector gebruikte *Telefunken*-telefoon was, d. w. z. dat die  $(1.45)^2 \times$  zoo weinig energie gebruikt, daar blijkt dat de bereikbare geluidsterkten met carborundum, vergeleken met de ED-detectoren, elk met hun eigen telefoon, zich ongeveer moeten verhouden als  $1.45^2 \times 0.42 : 0.795 = 1.11 : 1$ .

Dit bevestigt inderdaad het ook practisch gevonden resultaat dat carborundum nagenoeg even sterk geluid in de *Sullivan*-telefoon vermocht te verwekken als de ED-detectoren in de *Telefunken*-telefoon.

*De Sitoebondo-leider:*

C. J. DE GROOT.

## Hoofdstuk VI.

### BIJLAGE 1.

Bijdrage van den Sitoebondo-leider over de vaststelling van de gunstigste bedrijfsvoorwaarden voor het opladen der Leidsche flesschen-batterij ten behoeve van de fluitvonkzenders, waarbij gedurende elke halve periode van den wisselstroom-generator de batterij eenmaal wordt opgeladen.

#### TRANSFORMATOR-RESONNANTIE.

#### KORTE INHOUD.

A.	<i>Bepaling van de transformator-resonnantie (meting).</i>	Blz.	185.
	<i>Drie verschillende wijzen van meten.</i>		
	I. Door verandering van de <i>generator-frequentie</i> ; voor- en nadeelen.	„	188 t/m. 190.
	II. Door verandering van de <i>kring-zelfinductie</i> ; voor- en nadeelen .	„	190 „ 191.
	III. Door verandering van <i>equivalente kringcapaciteit</i> : . . . . .	„	191 „ 192.
	a. Verandering van de flesschen-capaciteit.		
	b. „ „ „ transformatieverhouding.		
	<i>Opmerking</i> . . . . .	„	192.
B.	<i>Mogen de meetresultaten onveranderd op het bedrijfsgeval worden toegepast?</i> . . . . .	„	192.
	Meeningsverschil tusschen <i>Graf v. Arco</i> en den <i>Sitoebondo-leider</i> . .	„	192 „ 193.
C.	<i>Welke is de correctie, die moet worden toegepast?</i> . . . . .	„	193 „ 196.
	<i>Samenvatting</i> . . . . .	„	196 „ 197.
D.	<i>Bevestiging van de theorie omtrent de noodzakelijkheid eener verschuiving tusschen meet- (toeren-) en bedrijfs- (toon-) resonnantie door de metingen van den <i>Ambon-leider</i> (zie bijlage 2, hoofdstuk VI)</i>	„	197 „ 199.

## Hoofdstuk VI.

### BIJLAGE 1.

Bijdrage van den Sitoebondo-leider tot vaststelling van de gunstigste bedrijfsvoorwaarden voor het opladen der Leidsehe flesschen-batterij ten behoeve van de fluitvonkzenders, waarbij gedurende elke halve periode van den wisselstroom-generator de batterij eenmaal wordt opgeladen.

#### TRANSFORMATOR-RESONNANTIE.

- A. Hoe bepaalt men de transformator-resonnantie?
- B. Mag dit meetresultaat op den vonkbelasten zender worden toegepast?
- C. Indien niet, welke correctie moet dan worden toegepast, teneinde het meetresultaat toepasbaar te maken op de practijk?

#### *A. Het bepalen van de transformator-resonnantie.*

Zooals in hoofdstuk VI blz. 78 is uiteengezet, wordt bij de zenders, die bij elke halve periode één vonk produceeren, het meeste succes bereikt met een technischen transformator met gesloten ijzerkern, waarbij de koppeling tusschen primairen en secundairen kring zoo groot mogelijk is. Telefunken heeft dan ook bij alle aan het Gouvernement van Ned.-Indië geleverde typen, n.l. 1½ T.K. voor het kabelschip *Telegraaf*, 2½ T.K. voor het station Sabang en 5 T.K. voor de proefstations, een technischen transformator geleverd en alleen de in den eersten tijd der fluitvonken geleverde stations hebben het inductor-type van transformatoren met open kern.

Zooals in Hoofdstuk VI tevens is aangegeven, vergemakkelijkt dit de beschouwingen omtrent transformator-resonnantie zeer, daar bij deze vaste koppeling het geheel als een resulterend systeem mag worden beschouwd.

Op fig. 18 is de werkelijk toegepaste schakeling geteekend boven de equivalente schakeling, zooals die zoude zijn voor een transformatieverhouding 1:1 d.i. bij mogelijke weglating van den transformator.

In beide schema's beteekent:

G: de wisselstroom-generator;

$e_g$ : de inwendige, constante en zeer kleine E.M.K. van den wisselstroom-generator gedurende de meetproef.

$n_g$ : de generator-frequentie.

$A$ : de primaire wisselstroom-ampere-meter met shunt.

$L^1$ : de primaire smoorspoel, indien deze aanwezig is, (deze is het beste zeer klein of nul te kiezen, teneinde de transformator-koppeling zoo vast mogelijk te maken).

$T$ : de transformator.

$\eta$ : de transformatie-verhouding  $\frac{W_2}{W_1}$ .

$C_2$ : de werkelijk geïnstalleerde condensator-batterij.

$C_e = \eta^2 C_2$  = de equivalente condensatorbatterij die, zonder tusschen-schakeling van een transformator, voor dezelfde waarden van  $e_g$ ,  $n_g$  en  $L^1$  resonantie zoude veroorzaken bij een laadspanning  $V_1 = \frac{V_2}{\eta}$ .

$V_2$  = laadspanning van de secundaire condensator-batterij  $C_2$ .

Allereerst moet worden aangetoond, dat bij de transformatie-verhouding  $\eta$  de betrekkingen bestaan

$$C_e = \eta^2 C_2 \quad (I)$$

$$V_1 = \frac{V_2}{\eta} \quad (II)$$

Waar verondersteld wordt, dat voor werkelijke en equivalente schakeling de generator-grootheden (zelfinductie, weerstand, stroomsterkte, opgewekte EMK en frequentie) gelijk gehouden worden, evenals de kringdemping, zal natuurlijk bij resonantie in beide gevallen door  $e_g$  dezelfde energie in beweging gehouden worden.

Deze energie wordt periodiek, wanneer de kringstroom door nul gaat, op den condensator  $C_2$  of  $C_{\text{equivalent}}$  gebracht als potentieele energie en is dan in beide gevallen gelijk en wel:

$$\frac{1}{2} C_e V_1^2 = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 \quad (III)$$

waarbij  $V_2$  dan de periodiek optredende maximum spanningsamplitude aan den secundairen condensator  $C_2$  is, en  $V_1$  de spanning aan de equivalente primaire capaciteit  $C_e$ . Deze laatste spanning  $V_1$  treedt echter ook op aan de primaire transformator-klemmen bij de *werkelijke* schakeling, daar in het tegenovergestelde geval bij onveranderde primaire installatie en bij resonantie, door den ampèremeter  $A$  niet in beide gevallen dezelfde stroomsterkte wordt aangewezen; waardoor geen equivalentie tusschen beide gevallen zoude bestaan.

Doch indien dit wél het geval is dan is, bij een strooiingsvrijen transformator:

$$(IV) \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = \eta = \text{de transformatieverhouding.}$$

Uit (IV) blijkt direct  $V_1 = \frac{V_2}{\eta}$  waardoor (II) is bewezen, terwijl uit (III) en (IV) blijkt, dat

$$C_e = \eta^2 C_2 \text{ waardoor (I) bewezen is.}$$

Heeft de transformator eenige strooiing en dus zelfinductie bij secundaire kortsluiting — en dit is inderdaad bij de geïnstalleerde transformatoren het geval — dan blijft dit betoog niet geheel waar, daar  $C_e < \eta^2 C_2$  wordt en een schijnbare zelfinductie op de plaats  $L_T$  in de equivalente schakeling op fig. 18 moet worden gedacht, zóó, dat de kleinere  $C_e^1$  plus die zelfinductie, wat de resonantie betreft, equivalent zijn aan de  $C_e$  uit formule (I). Was er geen strooiing in den transformator, dan zoude derhalve de uitdrukking:  $C_e = \eta^2 C_2$  streng gelden en onafhankelijk zijn van  $\eta$ , de transformatie-verhouding.

Verandert men dus in dat ideale geval slechts de transformatieverhouding en kent men voor een bepaalde waarde van die verhouding de bijbehorende secundaire capaciteit  $C_2$ , die noodig is om resonantie te verkrijgen, dan is van te voren te berekenen, voor elke andere transformatieverhouding, hoe groot de daarbij behorende  $C_2$  zal worden om resonantie te verwekken, omdat  $C_e$  daartoe steeds constant moet zijn. Aan de equivalente schakeling verandert dan n.l. niets.

Inderdaad heeft nu mijn *Amboncollega*, zooals in *Bijlage 2* is omschreven, twee verschillende transformatoren elk met eenige verschillende transformatie-verhoudingen  $\eta$  onderzocht en op hierna te beschrijven wijze de resonantie-capaciteit  $C_2$  bij overigens constante primaire installatie en instelling bepaald. Waren beide transformatoren gelijk en strooiingsvrij, dan moest  $C_e$  voor beide transformatoren gelijk zijn. En veranderde die strooiing niet voor de verschillende transformatie-verhoudingen, verkregen door gebruik van een grooter of kleiner gedeelte van de primaire wikkeling, dan moest voor *alle* gevallen  $C_e$  constant zijn. Uit den navolgenden staat blijkt, dat dit slechts ten naasten bij het geval is, wat op eenig verschil in strooiing voor de verschillende gevallen wijst. Echter is dit verschil zeer gering, zoodat formule (I) voor dit soort transformatoren zonder bedenking mag worden toegepast.

Transformatie verhouding.		$\eta$	Gemeten resonantie capaciteit $C_2$	Equivalentte capaciteit $C_e$		Frequentie generator $n_g$
12500/150	Transformator A	83.4	< 11.320 cM.	< 6950 $C_2$	< $787.5 \times 10^5$	505
12500/200		62.5	22.640 "	3910 $C_2$	= $885 \times 10^5$	
12500/220		56.8	26.040 "	3225 $C_2$	= $841 \times 10^5$	
9000/150	Transformator B	60	24.340 "	3600 $C_2$	= $877 \times 10^5$	505
9000/175		51.4	32.840 "	2640 $C_2$	= $868 \times 10^5$	
9000/185		48.6	34.810 "	2365 $C_2$	= $824 \times 10^5$	
9000/200		45	42.460	2025 $C_2$	= $860 \times 10^5$	

Uit bovenstaanden staat blijkt, dat de eerste waarde, n.l. voor 12500/150 vermoedelijk foutief is, hetzij dat de resonantie moeilijk was te bepalen (de Ambonleider geeft dan ook aan  $C_2 < 11.320$  d.i. geen *bepaalde* waarde) hetzij dat de *door den fabrikant aangegeven* transformatie-verhouding niet precies juist is, doch slechts ten naasten bij; waar deze foutieve verhouding in de waarde van  $C_e$  in het kwadraat overgaat en inderdaad bij een technischen transformator met weinig primaire windingen moeilijk is te verwachten, dat de waarden precies kloppen op de ronde door de fabriek aangegeven waarden, is steeds eenige afwijking te verwachten. Zondert men echter dit eerste geval uit, dan zien we wel degelijk een systematische vermindering van de berekende  $C_e$  voor kleinere transformatieverhouding, d. i. bij grootere strooiings-reactantie.

Bepalen we, met uitzondering van het eerste geval, het gemiddelde voor  $C_e$  dan vinden we  $C_e$  gem. =  $859 \times 10^5$  cM.

De uiterste afwijkingen t. o. v. deze waarde zijn  $3.03\%$  naar boven en  $4.08\%$  naar beneden.

Een dergelijke fout nu in de bepaling van het resonantiepoint en eerder nog een overeenkomstige fout van b.v.  $1\frac{1}{2}\%$  resp.  $2\%$  in de door de fabriek opgegeven waarde van de transformatieverhouding, die deze afwijking ook zoude verklaren, is echter alleszins mogelijk zoodat practisch  $C_e$  constant genomen mag worden en wel =  $859 \times 10^5$  cM. =  $95.4$  mF.

Hiermede is dus practisch de formule (I) gestaafd door de waarnemingen van mijn *Amboncollega*.

We kunnen dus, wat het bepalen van de transformator-resonnantie betreft, de installatie met meer dan voldoende nauwkeurigheid gelijk stellen aan de equivalente schakeling van fig. 18.

*Het opnemen van de transformator-resonnantiekromme.*

Hiertoe kunnen we drie verschillende wegen inslaan.

Principieel dient de E. M. K.  $e_g$  constant te worden gehouden. Nu staan 3 factoren welke de resonnantie van de equivalente schakeling beheerschen in onderling verband en wel:

I. *de generator frequentie*  $n_g$  dus ook de generatorsnelheid.

II. *de kring-zelfinductie.*

III. *de kring-capaciteit.*

Houdt men twee dezer drie grootheden constant, en verandert men de derde grootheid geleidelijk, dan *is er een bepaalde waarde van deze derde grootheid, waarbij resonnantie ontstaat.* We zien bij die geleidelijke verandering den primairen stroom, aangewezen door den hittedraad-ampèremeter A, eerst stijgen, daarna dalen. Voor die waarde van de veranderlijke grootheid, waarbij de maximum-stroomsterkte optreedt, spreekt men van het *resonnantiepunt*. Zooals uit de theorie bekend is, heffen voor dat punt de werking van zelfinductie en capaciteit elkaar op, er bestaat geen phase-verschuiving tusschen de opgewekte E. M. K. en de opgewekte stroomsterkte en deze laatste wordt uitsluitend beheerscht door de E. M. K. en den Ohmschen kringweerstand.

Nu hangt het van de heele apparatuur van het station af, welke der drie grootheden men als de veranderlijke zal nemen, t.o.v. de beide andere constant te houden waarden. Soms dient men tot het verkrijgen van gunstigste bedrijfsvoorwaarden 2 of 3 veranderings-mogelijkheden te combineeren.

*I. Men verandert de generator-frequentie en houdt  $C_e$  en  $L$  constant.*

Dit is in het algemeen de *minst* ingewikkelde manier, indien men de generator-frequentie gemakkelijk veranderen kan, zooals b.v. bij die stations, waar de wisselstroombron een motor-generator is, waarvan men het aantal toeren eenvoudig binnen wijde grenzen kan veranderen door een toeren-regulator (scheepsstations). Op de vaste stations, waar de generatoren gewoonlijk direct door verbrandingsmotoren of stoommachines worden gedreven, is deze wijze gecompliceerd en onnauwkeurig, hoewel het wel eens wordt gedaan, in dit geval door den motor op het grootst mogelijke toerental te brengen en dan den brandstof-toevoer af te zetten. Hierdoor loopt de motor langzaam uit en passeert de generator ook het resonnantie-toerental. Door den ampèremeter te observeeren en op het moment waarop diens uitslag door het maximum gaat, de frequentie (of het aantal slagen) van de machine af te lezen, kan men ten naasten bij dan het resonnantiepunt bepalen, hoewel niet zuiver en onder opoffering van de mogelijkheid tot het opteekenen van een geheele resonnantie-kromme, welke kromme echter, zooals verderop zal blijken, moeilijk ontbeerd kan worden.

Voor stations toegerust met een *motor-generator* kan echter ook deze kromme *volkomen nauwkeurig* opgenomen worden zooals fig. 59 doet zien, die op het kabelschip Telegraaf op deze wijze door mij werd genomen.

*Deze werkwijze (I) heeft voor:*

a. dat men geen andere apparaten noodig heeft voor het opnemen dan die, welke op het station aanwezig zijn.

b. dat de uitkomst direct de practisch noodige waarde geeft. Is toch uit de kromme het resonnantie-toerental bekend, dan past men een uit de kromme te berekenen nader te behandelen verschuiving  $\delta$  toe om het toon-resonnantiepunt te weten (vergelijk fig. 59). Men stelt nu voor het bedrijf den generator op een dusdanig daar boven gelegen bedrijfs-toerental in, dat bij het



geven van een streep met volle energie, de generator-snelheid juist op het toon-resonantie-toerental zakt. Elke andere instelling beteekent daarbij voor de primaire installatie bij dezelfde hoogfrequentie-energie een onnoodig groote stroomopneming met daaruit volgende onnoodige verhitting der machines (vooral van het seinrelais) en minder goeden toon.

*Deze werkwijze (I) heeft tegen:*

dat aan de hoofdvoorwaarde luidende, dat bij het nemen der kromme de machine-E.M.K.  $e_g$  constant behoort te blijven, *niet* wordt voldaan, waardoor de kromme ten opzichte van de werkelijke, juist opgenomen kromme iets verschoven wordt. Het is n.l. natuurlijk ondoenlijk de wisselstroom E.M.K. constant te houden, terwijl men de frequentie door toeren-verandering binnen wijde grenzen verandert.

De correctie blijft eenvoudig, indien de excitatie-spanning van de machine constant blijft, zooals gewoonlijk bij van buiten geëxciteerde motor-generatoren (ook op de Telegraaf) het geval is, zoodat aangenomen kan worden, dat de E.M.K.  $e_g$  evenredig met de frequentie (toeren) verandert; waar de primaire stroom  $I_1$  voor een bepaald punt der resonantie-kromme evenredig met  $e_g$  verandert, is correctie van de kromme daardoor eenvoudig; het geheel wordt echter lastiger, wanneer de excitatie-dynamo op dezelfde as zit als de wisselstroommachine, zoodat de wisselstroom E.M.K. nog sterker met de frequentie verandert.

Het beste is dan, deze E.M.K.-verandering voor het nemen van de transformator-resonantie-proef voor eenige snelheden bij onveranderden stand der excitatie-middelen vast te stellen en op die wijze een latere correctie mogelijk te maken.

In fig. 59 is de correctie voor de verandering van  $e_g$  aangebracht in de veronderstelling, waartoe men gerechtigd is, dat de excitatie van den wisselstroom-generator *constant* blijft en de E.M.K. dus evenredig met het aantal toeren stijgt.

De functie  $e_g = f(n_g)$  fig. 59 is dus een rechte lijn door  $O$  toeren gaande.

Gestippeld is daarna de lijn ingetekend die bij *constante wisselstroom E.M.K.*  $e_g$ , doch veranderlijke periodiciteit zoude zijn opgenomen, de *correcte* kromme dus. We zien duidelijk, dat het werkelijk opgenomen resonantie punt (getrokken lijn) een kleine verschuiving ( $\alpha = 12\frac{1}{2}$  toer) heeft ten opzichte van de theoretisch correcte kromme, waarbij  $e_g$  constant behoort te blijven. Ook is de uit de getrokken kromme bepaalde demping  $\delta = 0.437$  te groot t.o.v. het theoretisch correcte geval, waarbij  $\delta = 0.407$  wordt gevonden. Waar deze demping rechtstreeks de verschuiving beïnvloedt van toon- tegenover toeren-resonantie, zooals verderop zal blijken, wordt de fout voor de bepaalde *toonresonantie* nog iets grooter en wel  $\alpha_1 = \text{ca. } 17$  toeren = 1.2%. Een dergelijke fout is natuurlijk practisch niet van overwegenden aard en waar deze fout gemakkelijk degewenscht is te corrigeeren, blijft de sub *I* bedoelde methode de handigste.

Soms komt men bij toepassing dezer methode op waarden van de generator-frequentie, welke te ver uit de buurt liggen van degene, die men om redenen van te installereen energie-hoeveelheid of vonktoonhoogte (de energie in den flesschenkring is evenredig met de vonktoonhoogte) heeft bedoeld.

Men moet dan eerst de elektrische kring-grootheden veranderen en de meting herhalen, tot men ten slotte zoo dicht mogelijk bij de te voren geprojecteerde resonantie-frequentie uitkomt.

Waar gewoonlijk de secundaire capaciteit niet mag worden veranderd, daar hierdoor de energie in den flesschenkring tevens weer wordt veranderd, en de generator-zelfinductie niet veranderd kan worden, blijven slechts twee middelen over, d.i. (zie fig. 18):  $L$  te veranderen of  $C_0$  (d.i. bij constante secundaire capaciteit  $C_s$ : de *transformatie-verhouding*).

Te dien einde zijn de stations gewoonlijk of van transformatoren met *veranderlijke transformatie-verhouding* (vele aftappingen primair) of van smoorspoelen met vele aftappingen (veranderlijke  $L_s$ ) voorzien of van beide.

Het eerste middel is het beste, daar daarbij de transformator-koppeling niet lossen wordt

gemaakt; het tweede middel ziet men meer toegepast bij kleine stations, waar de transformator-constructie niet het aanbrengen van vele aansluitingen gedooft (zooals b.v. op het S.S. Telegraaf).

*II. Men verandert de kring-zelfinductie en houdt de capaciteit  $C_2$  en de generator-frequentie constant.*

Deze methode zal men toepassen, indien nòch aan de condensator-batterij  $C_2$  m $\grave{a}$ g, nòch aan de transformatie verhouding  $\eta$  k $\grave{a}$ n veranderd worden, terwijl men ook liefst de generatorsnelheid onveranderd laat, zooals bij stations werkend met stationaire verbrandings-motoren.

Ook wordt deze methode toegepast wanneer geen der aanwezige transformatie-verhoudingen geheel past bij de gebruikte machine; de verandering van de kring-zelfinductie is dan als het ware een fijn-regeling.

Waar gewoonlijk nòch de generator-, nòch de transformator-zelfinductie veranderd kunnen worden, bestaat deze variatie-mogelijkheid uitsluitend in het veranderen van de primaire smoorspoel  $L_1$ ; de resonantiekromme stelt dus voor:  $I_1 = f(L_1)$  of gewoonlijk meer practisch  $I_1 = f$  (windingsaantal van de smoorspoel).

Mijn *Koepangcollega* heeft indertijd, op verzoek van den toen van Koepang reeds vertrokken montage-ingenieur JÖRGENSEN, eens een dergelijke meting gedaan, waarvan de resultaten hieronder worden vermeld.

Bij den aldaar geïnstalleerden zender, was het bij de geïnstalleerde transformatie-verhouding (220/9000 Volt) en de op alle proefstations geïnstalleerde flesschen-capaciteit van 4 Leidsche flesschen à ca. 12000 cM. noodig, een groote smoorspoel in te bouwen om bij deze generator-frequentie van 500/sec. met behoorlijken toon te werken.

Van deze omstandigheid wilde de heer JÖRGENSEN gebruik maken om met 5 Leidsche flesschen te geven, inplaats van met vier, waarvan weglating of verkleining van de primaire smoorspoel het gevolg kon zijn en waardoor tevens de hoogfrequentie-energie van het station met 25% zoude zijn verhoogd. Als probleem werd gesteld de eisch, dat met 5 *flesschen* (ca. 60.000 cM.) de toerenresonantie moest liggen bij 1300 toeren.

Ten einde nu na te gaan, of zulks met de smoorspoel bereikt kan worden, werd eerst het resonantiepunt, bij gebruik van de volle smoorspoel (zooals die geïnstalleerd was) bepaald; op fig. 60 is het resultaat te zien; de resonantie lag bij 505 perioden = 1515 generator-toeren bij 36.400 cM., overeenkomend met 49.500 cM. bij 1300 toeren.

Daarna werd de smoorspoel kort gesloten en wederom de resonantie genomen. Nu bleek deze te liggen bij 53.500 cM. bij 500 perioden = 1500 generator-toeren, overeenkomend met 71.200 cM. bij 1300 toeren. (Zie fig. 61). Beide resonantie-krommen werden genomen volgens de nader te beschrijven methode III.

Waar *met smoorspoel* de resonantie bij 1300 toeren lag bij 49500 c.M., *zonder smoorspoel* bij 71.200 c.M. en resonantie verlangd werd bij ca. 60.000 c.M. d.i. een waarde daartusschen, is het derhalve duidelijk dat deze door *gedeeltelijke inschakeling* van de smoorspoel kon worden verkregen.

Nu werd derhalve overgegaan tot de methode, bedoeld onder II en om *welker demonstratie het hier feitelijk gaat*.

Waar het wenschelijk was, de machine op 1500 toeren te laten loopen, werd eerst weder berekend, welke capaciteit bij 1500 toeren overeenkwam met 5 flesschen bij 1300 toeren; dit gaf 4 *flesschen*.

De kromme werd dus in plaats van met 5 fl. en 1300 toeren met 4 fl. bij 1500 genomen, hetgeen zonder meer juiste resultaten geeft. Op fig. 62 is nu het resultaat dezer opneming volgens de *IIe methode* vastgelegd. We zien ook hier een resonantie-kromme van den vorm der figuren 60 en 61 doch ditmaal  $I_1 = f(L_1)$  d.w.z. de primaire stroom als functie van de bijgeschakelde kring-zelfinductie. Toeren-resonantie ligt daarbij tusschen  $\frac{5}{12}$  à  $\frac{6}{12}$  van het aantal smoorspoel-windingen.

Het *voordeel* van deze methode *II* is, dat, mits op de stations een smoorspoel met vele aftakkingen aanwezig is, men geen extra apparaten behoeft, evenmin als dit voor de methode *I* het geval is. Verschuivingen treden niet op, de machine kan met constant, normaal toerental loopen. Het *nadeel* is, dat niet op eenvoudige wijze de demping uit deze kromme kan worden bepaald, daar de totale kring-zelfinductie in verhouding tot de smoorspoel-zelfinductie niet bekend is. Hierdoor wordt het bezwaarlijk de verschuiving tusschen *toeren-* en *toon-resonantie*, welke men moet kennen (zie verderop) uit deze kromme te bepalen. Alleen waar men dus deze verschuiving — b.v. door metingen in de fabriek — voldoende nauwkeurig kent, wordt deze overigens eenvoudige meetmethode een aanbevelenswaardige.

*III. men verandert de equivalente capaciteit  $C_e$  en houdt de kring-zelfinductie  $L$  en de generator-frequentie  $n$ , constant.*

Waar volgens vergelijking (I) blz. 186.

$$C_e = \eta^2 C_2 \text{ is}$$

waarin :

$C_e$  = equivalente capaciteit

$\eta$  = transformator verhouding

$C_2$  = de secundaire capaciteit

kan dit veranderen van  $C_e$  op *twee* manieren geschieden en wel:

a. men laat  $\eta$  constant en verandert  $C_2$ ; op deze wijze werd op alle geleverde vaste Gouvernements stations de resonantie bepaald.

b. men laat  $C_2$  constant en verandert  $\eta$ .

Waar de transformatorverhouding gewoonlijk niet eenvoudig en in genoegzaam fijne trappen veranderlijk is, wordt dit middel zelden te baat genomen, hetzij dan als grove voorloopige instelling, waarop fijne nastelling met een der andere middelen geschiedt. Zoo waren de geleverde stations voorzien van 3 verschillende transformatie-verhoudingen (met een kunstgreep 5), waaruit een gunstigste kon worden gekozen.

De metingen van mijn Amboncollega, beschreven in bijlage 2 van dit hoofdstuk, zijn in zekeren zin op te vatten als onder methode *III a en b* te behooren daar de gunstigste *bedrijfsvoorwaarden* werden gezocht voor 6 verschillende waarden van  $\eta$  elk voor 3 verschillende waarden van  $C_2$ .

Echter betreft het hier geen bepaling van *toeren-resonantie* doch veel eerder van *toon-resonantie*, daar met vonkovergang werd gewerkt evenals in het normale bedrijf en voor de verschillende waarden de zuiverheid van den *toon* en de schijnbare primaire energie in verhouding tot de antenne-energie werd geobserveerd (dus *goede toon* en *geringste cos  $\varphi$*  d.i. toon-resonantie) in tegenstelling met de sub *I, II* en *III* bedoelde meetmethoden van *toeren-resonantie* zonder vonkovergang.

De methode sub *III a* is wel de meest betrouwbare en gemakkelijkst uitvoerbare voor stations met vaste transformatie-verhouding en verbrandingsmotor (dus vast toerental) en werd daarom voor Sabang en de drie proefstations bij de overneming ook gebezigd; echter moet daartoe  $C_2$  in kleine trappen veranderlijk zijn. De geïnstalleerde trappen van 1, 2, 3 en 4 flesschen zijn daartoe niet voldoende; er moeten dus gedeelten van Leidsche flesschen (kleine flesschen) bijgeschakeld worden, hetgeen dus beteekent, dat men extra *instrumenten* boven de normale stations-installatie nodig heeft. Dit was voor de proefstations geen bezwaar, daar aldaar aanwezig waren flesschen van ca. 1800 cM. capaciteit en voldoende doorslagspanning (antenne-verkort-fleschjes) waarvan ca. 7 stuks gelijk zijn aan *één* groote flesch. Hiermede kan men dus vele punten ( $4 + 4 \times 7 =$  desgewenscht 32 punten) nemen; op deze wijze zijn b.v. de reeds genoemde figuren 60 en 61 opgenomen.

Deze krommen zijn zeer nauwkeurig en niet vervormd en laten een nauwkeurige bepaling

van de kringdemping toe, die noodig zal blijken voor de bepaling der noodzakelijke verschuiving tusschen *toon-* en *toeren-resonnantie*.

Men krijgt bij methode *III* evenals bij methode *II* een bepaalde uitkomst voor een *bepaalde frequentie*; het is echter eenvoudig, de resonnantie-capaciteit voor andere frequenties te bepalen; is n.l.  $C_r$  de gevonden resonnantie-capaciteit bij een generator frequentie  $n_g^r$  en wil men b.v. met een condensatorbatterij van een capaciteit  $C_x$  werken, dan ontstaat voor deze batterij resonnantie bij een frequentie  $n_g^x$  zoodanig dat:

$$n_g^x = n_g^r \sqrt{\frac{C_r}{C_x}} \text{ eenvoudig volgend uit de Thomsonsche wet.}$$

*Opmerking.*

Bij alle drie deze meetmethoden dient er voor gezorgd te worden, dat de primaire stroomsterkte bij resonnantie ongeveer gelijk is aan de bij het werkelijk bedrijf met vonkovergang heerschende stroomsterkte. De zelfinductie van generator, smoorspoel en transformator hangt toch van de stroomsterkte af, door het gebruik van ijzer. De vonkloos verkregen resultaten zouden dus, indien bij sterk afwijkende stroomsterkte opgenomen, niet toepasselijk zijn op de bedrijfstoestanden.

Om echter deze groote stroomsterkte bij vonklooze resonnantie op te wekken, is slechts een zeer kleine wisselstroom-E. M. K.  $e_g$ , van een paar volt noodig. Waar deze kleine E. M. K. moeilijk fijn te regelen is, waardoor bij te groote waarde de spanning aan de condensator batterij voor de installatie gevaarlijk zoude kunnen worden, moet een beveiligingsvonk parallel aan de flesschen worden gelegd, die gedurende de meting, wil deze zuiver zijn, *niet* mag overgaan.

*B. mogen deze meetresultaten op het geval van vonkovergang, dus op den practischen zender, worden overgebracht of is correctie noodig wegens intredende veranderingen bij vonkovergang?*

Zooals in Hoofdstuk VI algemeen gedeelte, reeds is uiteengezet, was vroeger, bij toepassing der lage vonkfrequentie het meetresultaat direct toepasselijk op den zender. Bij de fluitvonkzenders met 1 vonk per halve machine-periode echter, moet een kleine verschuiving worden toegepast tusschen de gemeten resonnantie-frequentie en die, welke ter verkrijging van resonnantie in de practijk bij vonkovergang moet worden geïnstalleerd (*toonresonnantie*). Deze verschuiving bedraagt tot ca. 6 %.

Bij de overneming van het *Sabangstation*, het eerst voorkomende fluitstation in Indië, werd deze verschuiving door mij niet toegepast, aangezien ik ten onrechte de tot op dat oogenblik voor lage vonkfrequentie volkomen geldende meet- en installatie-wijze ondoordacht toepaste op dit nieuwe geval.

Waar ik hierbij critiek oefende op de door Telefunken te Sabang geïnstalleerde groote verschuiving van ca. 24 % t.o.v. de gemeten toeren-resonnantie, werd door de Telefunken Directie, bij geschrifte van *Graf von Arco*, deze nuttelooze verschuiving goed gepraat door te wijzen op de door mij begane verwaarloozing.

Daarbij werden twee verschillende verklaringen gegeven voor de noodzakelijkheid dezer verschuiving, terwijl werd beweerd, dat deze met het oog op een *goeden toon* niet groot genoeg kon worden genomen, terwijl slechts de daarbij optredende grootere *primaire phase-verschuiving* tenslotte een grens vormde, zoodat de geïnstalleerde waarde een *compromis* heette te zijn tusschen deze tegenstrijdige belangen.

Door mij werden allereerst beide verklaringen voor de reden dezer verschuiving weerlegd, terwijl ik na eenig nadenken (in studie-boeken of publicaties was hierover niets te vinden) wel tot de overtuiging kwam, dat een kleine doch *zeer bepaalde* verschuiving tusschen meetresultaat en bedrijfstoestand noodig was. Aangenomen moet worden, dat *Telefunken* langs *practischen* weg in haar laboratorium of op montages, op de noodzakelijkheid dezer verschuiving is gekomen;

dit mag men uit de beide minder juiste theoretische verklaringen van GRAF VON ARCO wel afleiden. Ik gaf de reden waarom, en de grootte dezer verschuiving aan, waarbij bleek, dat het geen *compromis* geldt zooals door GRAF V. ARCO was beweerd, doch dat deze verschuiving wenschelijk was en voor zuiveren toon en voor kleinste *phase*-verschuiving. Inderdaad wordt door deze verschuiving juist *resonnantie geschapen* in den *bedrijfstoestand* zoodat de *eisch bleef: resonnantie*. Echter bleek „*resonnantie bij bedrijf*” iets af te wijken van „*resonnantie gedurende de meting*”; dit iets, dat in het bedrijf een versnelling van den generator van 0—6% meebrengt (afhankelijk van de kringdemping) boven de gemeten frequentie, was geenszins voldoende om de noodeloos groote verschuiving te *Sabang* (later met succes door mij verminderd) te wettigen, en wordt veroorzaakt door het verschil in den toestand *gedurende meting zonder* vonkovergang en het bedrijf *met* vonkovergang. Bij de meting gaan n.l. zeer veel perioden voor de aflezing der instrumenten voorbij en is derhalve de eindtoestand bereikt, waarbij een regelmatige ondempte sinusoidale stroom van constante amplitude in den geheelen kring synchroon met de generator-E.M.K. optreedt, terwijl bij de „*één-ontlading-per-halve-periode*”-bedrijfstoestand, deze eindtoestand nooit wordt bereikt. Reeds na  $\frac{1}{4}$  machine-periode is de condensator-lading afgeloopen, men bevindt zich gedurende die lading derhalve in den z.g. begintoeestand waarop het meetresultaat niet zonder meer mag worden toegepast.

*Graf von Arco* was het blijkbaar met mijn bestrijding en eigen verklaring eens, ten minste ik mocht geenerlei dupliek ontvangen.

De onderzoekingen van mijn *Amboncollega*, welke als bijlage 2 aan dit zelfde hoofdstuk zijn toegevoegd, hebben trouwens ook een algeheele bevestiging mijner zienswijze gebracht.

C. *Welke is nu de correctie, die op de meetwaarde der resonnantie (toeren-resonnantie) moet worden toegepast, om de meting op het bedrijf toepasselijk te maken (toon-resonnantie = resonnantie met vonkovergang).*

Indien men een *gedempten* kring, bestaande uit capaciteit en zelfinductie, door een periodieke electromotorische kracht (sinusoidaal veranderlijk met constante maximale amplitude) oplaadt, die hetzelfde periodental heeft als de bedoelde gedempte kring, dan zal op ieder oogenblik de spanningstoestand aan de polen van de capaciteit een verloop hebben, verkregen door superpositie van de *opgedrukte* ongedempte sinusoidale electromotorische kracht van den generator op een tegengesteld gerichte, gedempte sinusoidale electromotorische kracht van de demping van den kring (*eigen-slingering*).

Deze gedempte tegen-electromotorische kracht wordt in amplitude steeds *kleiner* met het verloop van den tijd en wel te sneller, naarmate de demping van den kring grooter is. De resulterende, werkelijk bestaande sinusoidale spanning, van dezelfde frequentie als de opgedrukte, *groeit* dus met het afsterven van de tegengestelde electromotorische kracht in amplitude *steeds aan* totdat, theoretisch na den tijd  $\infty$ , praktisch echter reeds na enkele perioden, de spanning aan de polen van de capaciteit gelijk is aan de opgedrukte amplitude en zij, in phase blijvend met de electromotorische kracht, een maximale constante amplitude aanneemt en met deze gelijk blijvende amplitude blijft doorslingeren (eindtoestand).

We hebben dan eerst den z.g. *stationairen toestand* bereikt in tegenstelling met den *begintoeestand* d.i. het juist beschreven korte tijdperk, gedurende hetwelk de gedempte, tegenwerkende electromotorische kracht nog haar invloed doet gevoelen.

Stelt men n.l. den vonkafstand zoo in, dat eerst na eenige slingeringen de capaciteits-potentiaal in amplitude voldoende is opgeslingerd, om de vonk te doen overslaan, dan klimt bij elke halve periode de energie in den condensatorkring en deze geaccumuleerde energie wordt eerst na eenige perioden (bij 500 vonken/sec. na  $\frac{3}{4}$  periode, bij 250 v/sec. na  $\frac{5}{4}$  periode enz.) over de vonkbrug aan de hoogfrequentieapparaten afgegeven. Dan heeft dus *energie-accumulatie*

plaats zooals dat bij de zenders met langzame vonken gebruikelijk was. Waar in dit geval het systeem eenige perioden gelegenheid heeft tot *opslingeren* d.i. gelegenheid om uit de beginperiode den stationairen toestand te naderen, is het onderscheid met den stationairen toestand niet groot m.a.w. bij deze geringere vonkfrequentie kan men de meetresultaten (stationairen toestand) zonder bezwaar toepassen.

Stelt men nu echter den vonkafstand zóó klein in, dat de vonk reeds bij de eerste maximale amplitude (ca.  $\frac{1}{4}$  periode) overgaat, zooals dat bij *de 1000 vonken ontlading* het geval is, dan heeft natuurlijk géén energie-accumulatie plaats. Men kan dan echter nog steeds van transformator-resonantie spreken. Indien men toch de zelfinductie en capaciteit van den kring ten opzichte van de opgedrukte frequentie in een zoodanige onderlinge verhouding brengt, dat capaciteit- en zelfinductie-reactantie gelijk en tegengesteld zijn en dus een *opslingeren* van de energie *mogelijk zoude zijn*, indien daartoe door groote vonkstelling aan het systeem slechts tijd werd gegeven, dan kan men evenzeer van transformator-resonantie blijven spreken, waarmede dan slechts een bepaalde elektrische verhouding tusschen capaciteit, zelfinductie en opgedrukte frequentie bedoeld wordt, zóódanig, dat de machine-stroom watt-stroom is, de phase-verschuiving dus nul.

Waar ik dus als *eisch* stel „transformator-resonantie”, beteekent dat slechts, dat ik den generator op een zoodanige frequentie wil zien ingesteld, dat die overeenkomt met de eigenslingering van het systeem generator, transformator, smoorspoelen en condensator, waardoor dus opslingeren *mogelijk* zoude zijn, al maak ik daar dan geen gebruik van.

Bepaalt men nu de transformator-resonantie op de door mij te *Sabang* en op de proefstations uitgevoerde wijze, dan geschiedt de meting geheel in het gebied van den stationairen toestand, daar gedurende de meting vonkovergang kunstmatig wordt verhinderd.

Bij de 1000 vonk-ontlading echter, volgt de ontlading reeds na  $\frac{1}{4}$  periode en is men dus *midden in de begin-periode*, waardoor een geringe afwijking ontstaat.

Deze afwijking is, zooals *Graf v. Arco* terecht aangaf, in geringere mate waarneembaar bij de 500 en 250 vonken ontlading, daar men alsdan steeds meer uit het gebied van den begintoeestand in dat van den stationairen toestand treedt, zoodat men de meetresultaten, bij stationairen toestand verkregen, zonder bezwaar kan toepassen op de geringere vonkfrequenties van 250 en 500, echter niet onveranderd op de 1000 vonkontlading/sec.

Het onderscheid wordt duidelijk uit de bijgaande, nauwkeurige graphiek den begintoeestand betreffend (fig. 63).

De sinusöide  $A$  zij hierbij de opgedrukte sinusoidale machine-E. M. K. van het periodental van den meerbedoelden primairen kring. De vergelijking van deze lijn is:  $E_t = E_o \sin \omega t = E_o \sin 2 \pi \frac{t}{T}$ .

Zooals bekend, is hierbij  $\omega$  de constante hoeksnelheid van een vector  $E_o$ , indien die vector in den zelfden tijd een omwenteling volvoert, waarin de E. M. K. een periode  $T$  heeft doorloopen.

$E_t$  wordt dus max. voor  $\omega t = 90^\circ - 270^\circ - 450^\circ$  enz. en bereikt dan telkens de zelfde amplitude  $E_o$ . Daar  $360^\circ = 1$  periode is, wordt dus  $E_t$ , een maximum na  $\frac{1}{4} - \frac{3}{4} - \frac{5}{4}$  enz. perioden (dus o.a. in B fig. 63). Zooals reeds gezegd, werkt hier tegenin een gedempt sinusoidale E. M. K.

(eigenslingering); deze is van den vorm  $E_t = E_o e^{-\frac{\delta t}{T}} \sin 2 \pi \frac{t}{T}$ ; deze E. M. K. is dus van de zelfde frequentie als de opgedrukte (beide wisselen sinusoidaal met  $\omega t = 2 \pi \frac{t}{T}$ ; echter bereikt deze kromme *niet* haar maximum voor  $\omega t = 90^\circ$  enz., zooals de opgedrukte trilling, doch voor een waarde  $\omega t = \varphi$  zoodat  $t_g \varphi = \frac{2\pi}{\delta}$ .

Ten einde te weten, waar de functie:

$E^1_t = E_0 e^{-\frac{\delta t}{T}} \sin 2\pi \frac{t}{T}$  maximum wordt, differentieeren we haar naar  $t$  en stellen dit diff. quotient nul.

$$\frac{dE^1_t}{dt} = -\frac{\delta}{T} E_0 e^{-\frac{\delta t}{T}} \sin 2\pi \frac{t}{T} + \frac{2\pi}{T} E_0 e^{-\frac{\delta t}{T}} \cos 2\pi \frac{t}{T} = 0$$

dus:  $\operatorname{tg} 2\pi \frac{t}{T} = \operatorname{tg} \varphi = \frac{2\pi}{\delta}$  waarin  $\delta = \log$  decrement van de vrije eigenslingering (kringdemping).

Hoewel dus de opgedrukte en eigenslingering van *dezelfde frequentie zijn*, hebben zij niet op hetzelfde oogenblik hun maximale amplitude bereikt. Tusschen de beide culminatie-punten is n.l.

een verschuiving  $\gamma$  zoodat  $\operatorname{tg} (90-\gamma) = \operatorname{tg} \varphi = \frac{2\pi}{\delta}$  of  $\operatorname{tg} \gamma = \frac{\delta}{2\pi}$ .

Ook dit is graphisch weergegeven in fig. 63.  $C$  n.l. stelt de gedempte tegenwerkende

E.M.K. voor, waarbij de demping genomen is  $\delta = 0.8$ . De lijn  $N$  stelt dus voor  $E_0 e^{-\frac{\delta t}{T}}$  en de lijn  $C$  is dus geconstrueerd uit de ordinaten van  $N$  maal  $\sin \omega t$ . Hoewel dus beide krommen  $A$  en  $C$  in phase zijn ( $p-q$  is  $\frac{1}{2}$  periode voor beide) vallen hun *culminatie-tijdstippen*  $B$  en  $D$  *niet samen*, doch vertoonen een verschuiving in tijd  $= \frac{\pi}{2} - \varphi = \gamma$ . Teekent men nu de resul-

teerende van deze krommen, dus de eigenlijke werkelijk *bestaande* laadkromme van den condensator (verondersteld dat geen vonk overgaat) dan vinden we de kromme  $E$ , die dezelfde frequentie heeft als de generator doch eerst bij  $F$  culmineert, alwaar dus eerst de ontlading plaats heeft. Indien men dus, steunende op de resonantie-meting, genomen bij stationairen toestand, den generator met dezelfde frequentie als die van den kring laat loopen, bereikt men *niet* wat men wil n.l. wattstroom in den generator, doch een verschuiving tusschen stroom en spanning van  $R$  op  $S$ .

De theorie geeft hier dus een bevestiging van de practijk n.l. dat men de stationaire meetresultaten *niet* op de *beginperiode* mag toepassen, daar men niet verkrijgt, wat men wilde n.l. zuivere wattstroom in den generator en vonkovergang bij stroomloozen toestand (generatorstroom = nul bij  $B$ ).

Hoe verder we van den begintoestand afraken, des te meer zal door het grootere amplitudeverschil tusschen opgedrukte en tegen-electromotorische kracht de lijn  $FS$  met de lijn  $BR$  gaan samenvallen. Zoodra de tegenwerkende E.M.K. afgedempt is, valt  $F$  met  $B$  samen en is de stationaire toestand bereikt. Dit klopt met de practijk, dat bij *minder* ontladingen, b.v. 500 of 250/sec. de verschuiving  $R-S$  kleiner wordt en men dus de meetresultaten *onveranderd* mag toepassen.

Bij de 1000-vonken-ontlading is echter eerst bij  $F$  de condensator geladen en dus daar eerst de machinestroom = 0 en treedt verschuiving op tusschen stroom en spanning in de machine indien we den kring voeden met wisselstroom van eigen periodiciteit. Wil men deze *phase-verschuiving vermijden* — en dit beoogden we toch met den eisch van *resonantie* — dan moeten we den generator *zooveel sneller laten loopen*, dat de opgedrukte wisselspanning met de tegenspanning gelijktijdig *culmineert*. De opgedrukte spanning moet dus culmineeren in  $H$  (stippellijn  $G$ ). De resulterende laadspanning verloopt dan volgens de stippellijn  $K$  (verschil van  $G$  en  $C$ ) die in  $L$  dus *gelijktijdig* met de opgedrukte E. M. K. ( $H$ ) culmineert zoodat dus de machine *wattstroom* levert.

De noodzakelijke verschuiving  $BH$  in de figuur bedraagt 8% dus de waarde, die in de buurt is van degene, welke aan *Telefunken* in de practijk de wenschelijkste voorkomt. Dit is geen *toeval*, doch zuiver een gevolg daarvan dat de hier gebezigde krommen in overeenstemming zijn opgemaakt met de bestaande demping hunner apparaten al is een decrement van 0.8 nogal

groot en zoo gekozen, teneinde duidelijk verschuiving te demonstreeren. Hoe minder de kring dus gedempt is, des te meer nadert D de lijn BR en des te kleiner is de noodige verschuiving.

Verder zien we, dat een geringe variatie in de generator-frequentie, gelijk GRAF VON ARCO aanvoert (b.v. 8%) aanleiding geeft tot een verschuiving in den ontlaadtijd van 50% (LF).

De noodzakelijke verschuiving tusschen generator en kringfrequentie (8% in dit geval), is dus *geenszins* een compromis zooals GRAF V. ARCO beweert ten behoeve van den goeden toon onder gelijktijdig slechter worden (gedwongen) van den arbeidsfactor  $\cos \varphi$ ; neen hier is van een compromis geen sprake, doch de verschuiving is een zeer *bepaalde grootheid*, een optimum en wel een functie van de demping van den kring en kan dus van te voren met *zekerheid* worden vastgesteld uit de eigenfrequentie van den kring en de uit de transformator-resonantie-kromme bepaalde kringdemping, waarbij gelijktijdig de meest gunstige arbeidsfactor nl. 1 wordt gehaald. Van een noodgedwongen slechter worden van dien factor is hier dus geen sprake; wel indien men de verschuiving overdrijft.

*Transformator-resonantie blijft dus eisch*; dus instelling op een *bepaald* optimum, waarvan men in geen der twee richtingen straffeloos kan afwijken, alleen moet men, door het onsymmetrische in de gedempte sinusoidale tegen-E. M. K. *niet* op *gelijke frequentie*, doch op *gelijktijdig culmineeren* der beide sinuslijnen instellen. Deze kleine afwijking van den meettoestand, in welken toestand gelijke frequentie tevens gelijktijdig culmineeren beduidt, werd door mij destijds over het hoofd gezien.

*Het vorenstaande samenvattend heb ik derhalve aangetoond:*

1e. transformator-resonantie blijft ook bij fluitvonkstations met één vonkontlading per halve periode noodzakelijk, waarbij dan echter onder deze benaming *niet* een opslingeren van energie wordt verstaan, doch een zoodanige verhouding tusschen opgedrukte generator-frequentie en kring-grootheden (zelfinductie en capaciteit) dat de schijnbare primaire energie een minimum wordt;

2e. daar dit slechts gebeurt voor het geval de machinespanning tegelijk met den kringstroom door nul gaat, en de condensator-spanning  $90^\circ$  in phase verschilt met den laadstroom, is tevens het voordeel verkregen, dat de vonkontlading (max. spanning condensator) ontstaat op het moment, dat de machinestroom gelijk *nul* is, de condensator dus noch nageladen, noch terug ontladen wordt, waardoor de vonkontlading ongestoord geschiedt en de toon geheel zuiver wordt.

3e. Dit geval treedt bij *geringe* vonkfrequentie op, bij gelijke periodiciteit van opgedrukte generatorfrequentie en eigen kringfrequentie, evenals bij den *stationairen* d.i. den *meettoestand*, zoodat de meetwaarden op stations met langzame vonken direct mogen worden toegepast.

4e. bij *fluitvonkstations* werkende met één vonk per halve periode, dus met vonkovergang in den z.g. begintoestand, moet ter verkrijging van *hetzelfde* resultaat de opgedrukte slingering *niet* van dezelfde frequentie zijn, als de eigenslingering, daar zooals uitvoerig is uitgelegd, ondanks de gelijkheid periodiciteit, opgedrukte en vrije trilling dan *niet* gelijktijdig culmineeren, daar de *opgedrukte*, ongedempte sinusoidale *symmetrisch*, de vrije *gedempte* trilling *onsymmetrisch* is.

Het gevolg hiervan is, dat het resulterend spanningsverloop *niet* zoude culmineeren gelijktijdig met de opgedrukte spanning d.i. bij stroomloosheid. De vonk gaat dus over, terwijl de machine nog nalaadt dan wel lading onttrekt, waardoor de toon slecht wordt.

Wil men hetzelfde bereiken als sub 3e voor *geringe vonkfrequentie* bedoeld, dan moeten niet beide trillingen van dezelfde *frequentie* zijn, doch gelijktijdig *culmineeren*. Dit wordt bereikt door den generator iets sneller te laten loopen dan met de eigen frequentie van het systeem overeenkomt d.i. *iets sneller* dan aangegeven wordt door den toestand, die *toerenresonantie* wordt genoemd, en welke bij de transformator-resonantie-meting wordt ingesteld.

De juiste instelling voor de snelle vonkfrequentie (1 vonk per halve periode) noemt men



toon-resonantie, omdat bij deze instelling de vonk overgaat bij stroomlooze machine, waardoor de *vonktoon zuiver* wordt.

5e. deze verschuiving tusschen *toeren* en *toon-resonantie* is niet willekeurig groot, zoo als door GRAF VON ARCO werd beweerd, doch heeft een bepaalde waarde, waarbij de sub 4e bedoelde vonkovergang bij stroomlooze machine intreedt.

6e. deze waarde hangt af van de kringdemping, welke uit de transformator-resonantie-kromme is te berekenen en wel  $\text{tg } \gamma \text{ (graad)} = \frac{\delta}{2\pi}$  als  $\delta$  het logarithmisch decrement is.

$$\text{In procenten machine-toeren is } \gamma \text{ in } \% = \frac{\gamma \text{ graad}}{90} \times 100 \%,$$

Nu dient inderdaad eerst aangetoond te worden, dat werkelijk voor deze verschuiving *a* de toon het beste is

*b.* de schijnbare energie ten opzichte van de geleverde antenne-energie een minimum is ( $\cos \varphi = 1$ ).

Beide punten werden door de in bijl. 2 van dit hoofdstuk medegedeelde waarnemingen van mijn *Amboncollega* volkomen bevestigd terwijl door gelijktijdige aflezing van volt-, ampere- en wattmeter, *b* direct te bewijzen ware, hetgeen ook geschiedde nadat een wattmeter was geïnstalleerd.

Wat de bevestiging door mijn *Amboncollega* betreft, zoo heb ik uit zijn waarnemingen, de gegevens geput en in bijgaanden staat samengevat, die op overzichtelijke wijze het betoogde demonstreeren. Op dien staat zijn in de eerste kolom voor drie waarden van  $C_2$ , n.l. voor 3, 4 en 5 Leidsche flesschen, de verschillende transformator-schakelingen *a* t/m *g* aangegeven, zooals die ook door mijn *Amboncollega* zijn aangeduid.

In de tweede kolom is de bij die schakeling behorende transformatie-verhouding  $\eta$  aangegeven en zijn tot het verkrijgen van een regelmatige opeenvolging der getallen, die verhouding aangevend, in de series de gevallen *c* en *d* in de rij verwisseld. In de derde kolom is de secundaire capaciteit  $C_2$  (3, 4 en 5 flesschen) aangegeven. De vierde kolom bevat de uit 2e en 3e kolom berekende waarde van de equivalente primaire capaciteit  $C_1^e$  volgens formule (I) blz. 186:  $C_1^e = \eta^2 C_2$  voor alle waarden van  $\eta$ . In de 5e kolom is opgegeven de imaginaire primaire capaciteit (gemiddelde van het staatje op blz. 187) n.l.  $859.10^5$  cM. waarvoor, *onafhankelijk van de transformatie-verhouding* bij 505 perioden toeren-resonantie optreedt.

Uit deze waarde en de diverse waarden uit de 4e kolom, is gemakkelijk te berekenen bij welke frequentie voor de in de 4e kolom aangegeven waarden van  $C_1^e$  toeren-resonantie optreedt. Gebruikt is daartoe de formule van blz. 192:  $\eta_g^2 = \eta_g \sqrt{\frac{C_e}{C_1^e}}$ . De waarden voor deze *berekende* toeren-resonantie-frequentie zijn in de 6e kolom opgeteekend.

De 7e kolom bevat de berekende waarde voor  $\gamma$ , de noodige verschuiving tusschen *toeren*- en *toon-resonantie*.

Deze is voor *een* geval (*d*) bepaald uit de formule  $\text{tg } \gamma = \frac{\delta}{2\pi}$  terwijl die voor de andere gevallen hieruit is berekend. Voor  $\delta$ , de demping van een kring, bestaat toch de eenvoudige vergelijking:

$$\delta = \frac{1}{150} \frac{C W}{\delta} = \frac{1}{150} \frac{C W}{2\pi \sqrt{C L}} = K \sqrt{\frac{C}{L}}$$

Waar nu bij alle gevallen behalve *g*, waarbij een smoorspoel werd voorgeschakeld,  $L$  constant blijft (in geval *g* had de verandering van  $L$  in bekende verhouding plaats) zal ook indien we  $W$ , den kringweerstand constant denken,  $\delta$  evenredig veranderen met  $\sqrt{C_1^e}$ , dus met

den wortel uit de equivalente kringcapaciteit voor de verschillende gevallen. Waar we derhalve  $\delta$  en dus  $\gamma$  voor één geval kennen, is die waarde voor alle verdere gevallen berekenbaar.

De 8e kolom bevat nu de frequentie van den *belasten zender*, zooals die aan den staat van den Ambonleider (bijlage 2 van dit hoofdstuk) is ontleend.

Daarnaast in de 9e kolom is de uit 6e en 7e kolom berekende frequentie aangegeven, waarvoor voor de diverse waarden van  $C_2$  en  $\eta$  *toon-resonantie* moet optreden en volgens mijn zienswijze tevens minimum schijnbare primaire energie t.o.v. de geleverde antenne-energie.

Teneinde dit te kunnen toetsen aan de gegevens door collega BROUWER verzameld, is in de 10e kolom deze energie-verhouding in een getal uitgedrukt voor elk der gevallen.

Waar de schijnbare primaire energie  $= E_1 I_1$  = de generator klemspanning maal de primaire stroomsterkte bij belasting, anderzijds de antenne-energie  $= I_a^2 \times W_a$  (kwadraat antennestroom maal antenne-weerstand), moet  $\frac{E_1 I_1}{I_a^2 W_a}$  een *minimum* zijn voor *minimum* phasenverschuiving of waar de antenne-weerstand  $W_a$  gedurende de proef constant is:  $\frac{E_1 I_1}{I_a^2} = \text{minimum}$ .

De bij elkaar behorende waarden van  $E_1 I_1$  en  $I_a$  waren uit de opgave van mijn Ambon-collega bekend.

Inderdaad zien we nu bij vergelijking der kolommen 8, 9 en 10 het volgende:

*a. Voor het geval dat met 3 flesschen gegeven wordt.* In het geval *c* waarvoor de berekende toonresonantie volgens mijn theorie bij 469 perioden ligt en de belastingsfrequentie hieraan zeer nabij komt (nl. 470 perioden) is de schijnbare primaire energie t. o. v. de geleverde antenne-energie  $\frac{E_1 I_1}{I_a^2}$  een *minimum* d. w. z.  $\cos \varphi$  ligt zoo dicht mogelijk bij 1.

*b. Voor het geval dat met 4 flesschen gegeven wordt* is er *geen enkele* transformatorverhouding, die een theoretische toonresonantie geeft, welke in de buurt van de belastingsfrequentie ligt. De gevallen *c* en *e* liggen er nog het dichtst bij; voor die waarden is dan ook weer  $\frac{E_1 I_1}{I_a^2}$  een minimum.

De leider te Ambon vertelt echter in zijn uiteenzetting, dat inderdaad de tusschen *c* en *e* liggende transformatieverhoudingen nl. 175/9000 en 185/9000 welke hij later onderzocht, de allerbeste en wel *uitstekende* resultaten geven.

Berekent men voor deze waarden van  $\eta$  de theoretische toonresonantie, dan krijgt men 450 en 475 perioden dus inderdaad zeer dicht bij de in de kolom 8 vermelde belastingsfrequentie.

*c. Voor  $C_2 = 5$  flesschen.*

Ook hier is weer inderdaad de theoretisch berekende toonresonantie-frequentie (geval *e*) die het dichtst bij de belastingsfrequentie komt, degene, die een minimum voor  $\frac{E_1 I_1}{I_a^2}$  oplevert n.l. 9.5.

Alle gevallen bij 3, 4 en 5 flesschen, door den leider te Ambon geobserveerd, bewijzen dus streng het sub *b* blz. 197 beweerde, dat bij de door mij aangegeven berekende toonfrequentie de verschuiving tusschen primairen stroom en machine-E.M.K. een minimum is. Rest het bewijs van het sub *a* op dezelfde blz. beweerde, dat dan tevens de toon het zuiverst is.

Hierbij moeten we in aanmerking nemen, dat deze toon op seintekens wordt beoordeeld waarbij de machine 490—495 perioden loopt, daar ze bij seinschrift niet zoover zakt in toerental als bij lange strepen.

Vandaar dat de 11e kolom voor frequentie gedurende het seinen opgeeft 490 perioden. Nu moet, als mijn theorie geldig is, de toon het best zijn voor die gevallen, waar de berekende toonresonantie het dichtst bij 490 perioden komt.

Inderdaad zien we:

*a. bij 3 flesschen*, voor geval d waarbij deze gelijkheid bijkans is verkregen (480 tegenover 490) is de toon als goed gequalificeerd.

*b. bij 4 flesschen* bleek de goede toon verkregen te worden bij de twee tusschen de gevallen *c* en *e* liggende transformatie-verhoudingen 175 en 185/9000, welke niet op den staat vermeld zijn.

Tusschen *c* en *e* echter ligt ook het geval waar de berekende toonresonnantie bij 490 perioden valt.

*c. bij 5 flesschen* was geval *e* zeer goed; de toonresonnantie is berekend op 480 perioden, de machine loopt op 490.

Hierdoor wordt dus ook bewering *a* blz. 197 gestaafd; de berekende toonresonnantie geeft den zuiversten toon.

Nu beweert GRAF VON ARCO, dat die *toon* steeds mooier wordt, hoe meer de machine versneld wordt of wat hetzelfde beteekent: hoe lager de toonresonnantie ligt t.o.v. de constante machineresonnantie; uit alle gevallen zien we, dat dit *onjuist* is; *ter weerszijden* van het gunstigste geval van gelijkheid van machine-frequentie aan berekende toonresonnantie doet zich zoowel een toenemen *van de verschuiving*  $\frac{E_1 I_1}{I_2^2}$  als de *slechtste*, schorre toon gelden. Er is dus geen sprake van een *compromis* tusschen *toon* en *verschuiving* doch van een *optimum* voor beide gelijktijdig zooals door mij is beweerd.

Het bewijs is in deze weer zeer positief, zoodat gewerkt dient te worden bij *toonresonnantie* d.i. met een vaste, berekenbare versnelling der machine ten opzichte van de *toeren- of meetresonnantie*. Een paar bijzondere gevallen doen zich voor n.l. bij 3 flesschen geval *f* en sterker bij 4 flesschen geval *b* waarbij zich ver buiten resonnantie en te midden van regelmatig slechter wordend geluid plotseling een goed geluid bevindt, in het tweede geval zelfs bij sterk verminderde verschuiving. Daar bij deze gevallen de capaciteit juist de helft resp. het dubbele is van de resonnantiecapaciteit, heeft men hier vermoedelijk te doen met een werking van hoogere harmonischen; overigens leveren alle waarden een regelmatige bevestiging van mijn theorie.

*De Leider van het Sinoebondostation,*

C. J. DE GROOT.

BIJLAGE.

$C_2 = 3$  FLESSCHEN.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Geval van bijlage 2.	$\gamma$	$C_2$	$C_1^2$ bijlage 2.	$C_0$ voor toeren- resonn. bij 505 $\sim$	Berekend toeren- resonn. $\sim$	$\gamma$ in %	Belasting frequentie bijlage 2.	Theore- tisch toon- resonn.	$\frac{E_1 I_1}{I_0^2}$	Frequentie gedurende seinen.	Opmerking toon van Leider Ambon bijlage 2.
<i>a</i>	83.4	3 flesschen = 33,960 cM.	$2355.10^5$		305	6.75	475 $\sim$	325.5 $\sim$	10.75		Slecht, onregelmatig.
<i>b</i>	62.5		$1372.10^5$		404	5.1	465	424.5	10.9		Goed.
<i>d</i>	60		$1222.10^5$		423	4.9	480	445	10.05	490	Goed.
<i>c</i>	56.8		$1095.10^5$		447	4.7	470	469	9.52	490	Goed, tikje onzuiver.
<i>e</i>	45		$688.10^5$	839.10 <sup>5</sup> cM.	564	3.7	425	585	10.55		Matig.
<i>f</i>	40.9		$572.10^5$		619	3.35	450	640	11.55		Vrij goed, tikje schor.
<i>g</i> (smootsp.)	40.9		$572.10^5$		355	3.—	500	366	11.78		Slecht.

$C_2 = 4$  FLESSCHEN.

<i>a</i>	83.4	4 flesschen = 43,280 cM.	$3140.10^5$		264	7.9	475 $\sim$	284.5 $\sim$	9.55		Neusklink.
<i>b</i>	62.5		$1767.10^5$		351.5	5.85	465	372	8.52		Zeer goed.
<i>d</i>	60.—		$1628.10^5$		366.5	5.65	430	387	10.26		Tamelijk
<i>c</i>	56.8		$1460.10^5$	839.10 <sup>5</sup> cM.	387.5	5.37 <sup>5</sup>	450	408	10.1	490	Goed.
<i>e</i>	45.—		$917.10^5$		488.5	4.25	425	510	9.44		Tamelijk.
<i>f</i>	40.9		$762.10^5$		536	3.9	440	556.5	9.9		Iets schor.

$C_2 = 5$  FLESSCHEN.

<i>b</i>	62.5	5 flesschen = 56,600 cM.	$2210.10^5$		315	6.6	450 $\sim$	336 $\sim$	13		Neusklinken.
<i>d</i>	60		$2035.10^5$		329	6.4	veel afval	350	12.85	490	
<i>c</i>	56.8		$1990.10^5$	839.10 <sup>5</sup> cM.	332	6.2		352.5	11.5		Zeer goed.
<i>e</i>	45		$1047.10^5$		458	4.7		480	9.5		Tamelijk.
<i>f</i>	40.9		$954.10^5$		480	4.25		501	9.94		

## Hoofdstuk VI.

### BIJLAGE 2.

Onderzoekingen van den Ambonleider omtrent de gunstigste bedrijfsverhoudingen, wat minimum-schijnbare-primaire energie, maximum-lucht-draad-energie en zuiveren zendtoon betreft, bij verschillende transformatieverhoudingen en fleshecapaciteiten en wel voor twee verschillende transformatoren (oude 150—220/9000; nieuwe 150—220/12500 Volt) en drie verschillende secundaire capaciteiten (3, 4 en 5 flesschen).

### KORTE INHOUD.

- I. Inrichting der metingen* . . . . . Blz. 203 t/m. 204.
- II. Beschouwing der resultaten* . . . . . „ 204 „ 205.
- III. De juiste transformatie-verhouding n.l. 175 à 185/9000 kan met den ouden transformator worden geïnstalleerd en voldoet uitstekend. Telefunken installeerde onjuist door de verhouding 150/9000 te kiezen bij 4 flesschen* . . . . . „ 205.
- Gebleken groote kabelverliezen; installatie van een nieuwen kabel* . . . „ 205.

## Hoofdstuk VI.

### BIJLAGE 2.

Onderzoekingen van den Ambonleider omtrent de gunstigste bedrijfsverhoudingen, wat minimum-schijnbare-primaire energie, maximum-luchtdraad-energie en zuiveren zendtoon betreft, bij verschillende transformatieverhoudingen en fleschcapaciteiten en wel voor twee verschillende transformatoren (oude 150—220/9000; nieuwe 150—220/12500 Volt) en drie verschillende secundaire capaciteiten (3, 4 en 5 flesschen).

Onderstaande opgaven zijn een uittreksel uit een door mij reeds den 29sten Mei 1914 aan den Hoofdleider ingediend rapport, opgemaakt ingevolge eener opdracht dd. 11 Maart d.a. voorafgaande No. 854.

Waar het in casu uitsluitend te doen is om een practische bevestiging van de door den Sitoebondoleider ontwikkelde theorie (zie bijlage 1 tot dit hoofdstuk, van de hand van mijn Sitoebondocollega betreffende toonresonantie) zijn alleen diè waarnemingen uit het oorspronkelijk rapport overgenomen, welke betrekking hebben op *transformator-resonantie*, terwijl zijn wegelaten de observaties betrekking hebbend op verwarming enz.

I. Het onderzoek ving aan met het openen van den ouden transformator, welke bleek 3 verschillende aansluitingen voor den primairen wisselstroom te hebben en wel voor transformatieverhoudingen 150/9000, 200/9000, 220/9000 volts.

Tevens bestaat de mogelijkheid om de aansluiting zoo te kiezen, dat de transformatieverhouding 175/9000, 185/9000 of 210/9000 wordt.

De nieuwe transformator laat de aansluitingen 150/12500, 200/12500, 220/12500 benevens 175/12500, 185/12500 en 210/12500 toe.

De schakelingen 150/12500, 200/12500, 220/12500, 150/9000, 200/9000 en 220/9000 respectievelijk a, b, c, d, e en f noemende, werd bij deze verschillende schakelingen nauwkeurig nagegaan, bij welke flesschencapaciteiten zij transformatorresonantie opleverden. Hiertoe werden op de gebruikelijke wijze (zie bijl. 1 H. VI sub IIIa blz. 191) groote Leidsche flesschen (van 11320 cM.) en kleine Leidsche flesschen (van 1700 cM.) benut.

Gevonden werd bij primairen wisselstroom van 505 perioden:

bij schakeling <i>a</i>	overbrenging	150/12500	transformator-resonnantie	bij minder dan	11.320 cM.
" "	<i>b</i>	"	200/12500	" " " "	22.640 "
" "	<i>c</i>	"	220/12500	" " " "	26.040 "
" "	<i>d</i>	"	150/9000	" " " "	24.340 "
" "	<i>e</i>	"	200/9000	" " " "	42.460 "
" "	<i>f</i>	"	220/9000	niet opgenomen.	

terwijl bij schakeling *g* overbrenging 175/9000 transformator-resonnantie bij 32.840 cM. ontstond;  
 bij schakeling *h* overbrenging 185/9000, bestond " " " 34.810 "

Door de Telefunken-Maatschappij was schakeling *d* geïnstalleerd.

Van de gelegenheid, dat de oude transformator was losgenomen, werd gebruik gemaakt om den weerstand van den geheelen primairen wisselstroomketen na te gaan. Hierbij bleek:

Weerstand dynamowikkeling	. . . . .	= 0.078 $\Omega$
" primaire leiding	. . . . .	" 0.221 "
" primaire transformator-wikkeling	220/12500	" 0.039 "

De groote weerstand der primaire leiding verklaart ten volle de groote verliezen optredende bij den ongeveer 100 amp. sterken primairen stroom.

In deze leiding gaat dan 2.2 K.W. verloren van de 10 K.W. die de dynamo levert.

Op deze verliezen kom ik hieronder terug.

Teneinde na te gaan bij welke transformator-schakeling veel energie in het lucht-net wordt gevoerd en tevens een heldere fluittoon wordt verkregen, werden uitgebreide proeven genomen. Op de meest voordeelige koppeling werden geïnstalleerd:

een golf van 1200 meter met 3 flesschen	(33960 cM. capaciteit)
" " " " " " 4 "	(45280 " " )
" " " " " " 5 "	(56600 " " )

Met de verschillende transformator-schakelingen *a*, *b*, *c*, *d*, *e* en *f* werd daarna met volle energie gegeven en de frequentie (periodental) bij belasting, alsmede de primaire spanning, primaire stroomsterkte en antennestroomsterkte, nauwkeurig opgenomen. Tevens werd door een weinig varieeren der primaire spanning de toon zoo goed mogelijk ingesteld.

Op den aan deze bijlage toegevoegden staat kan men alle gegevens nagaan.

De voor meting der antennestroomsterkte gebruikte ampèremeter geeft aanwijzingen, die bij deze golfen met 1.28 vermenigvuldigd moeten worden, terwijl de groote primaire ampèremeter geshunt in de primaire leiding was geschakeld. De waarde van deze shunt bedroeg ongeveer 3.35.

Aangezien de waargenomen stroomsterkten in hoofdzaak ter onderlinge vergelijking moeten dienen, zijn de aanwijzingen der ampèremeters zonder herleiding in den bijgevoegden staat opgenomen.

II. Bij beschouwing der gegevens, bij het seinen met 3 flesschen verkregen, valt het volgende in het oog.

De schakeling *c* (220/12500) is bij deze primaire capaciteit waarschijnlijk de beste. Hoewel de antennestroom iets geringer is dan bij de schakelingen *e* en *f* is de energie-overbrenging (als we het in beide gevallen onbekende phaseverschil tusschen primairen stroom en primaire spanning buiten rekening laten) bij schakeling *c* iets gunstiger, terwijl de toon bij schakeling *c* beter was.

Uit de gegevens, verkregen bij het seinen met 5 flesschen volgt duidelijk dat schakeling *e* hierbij verre superieur is. Hierbij toch werd een groote antennestroomsterkte bij een zeer goeden toon verkregen.

Resumeerende is dus bij 3 flesschen primaire capaciteit de overbrenging 220/12500 de beste en bij 5 flesschen primaire capaciteit de overbrenging 200/9000 de beste, terwijl

- A. bij de schakeling 220/12500 de transformatorresonnantie gelegen is bij 26040 c.M. capaciteit.  
 B. bij de schakeling 200/9000 bij 42460 c.M. capaciteit.

Uit A volgt dat het gewenscht is voor het verkrijgen van een goeden toon en een goede stroomopneming door het luchtnet, te seinen met een dusdanige transformatoroverbrenging dat per flesch (11320 c.M.) welke gebruikt wordt, de transformatorresonnantie ligt bij  $\frac{26040}{3} =$  bij 8680 c.M. capaciteit.

Uit B volgt dat deze capaciteit de waarde  $\frac{42460}{5} = 8492$  c.M. moet hebben.

Deze waarden kloppen zeer mooi met elkaar. Dat zij niet precies overeenstemmen, mag wel worden toegeschreven aan het feit dat de transformator-overbrenging slechts trapsgewijze gewijzigd kon worden en niet geleidelijk. Globaal aannemende dat *vereischt wordt 8500 c.M. resonnantiecapaciteit per 11320 c.M. (1 flesch)* waarmede geseind wordt, moet dus voor het *seinen met 4 flesschen* een dusdanige transformatoroverbrenging worden gekozen dat de *transformatorresonnantie valt bij  $4 \times 8500 = 34000$  c.M.*

III. Nu is met den ouden transformator de tusschen-schakeling 175/9000 te maken. Hierbij valt, zooals vroeger is vermeld, de transformator-resonnantie bij 32840 c.M. dus zeer dicht nabij 34000 c.M. terwijl bij de schakeling 185/9000 de resonnantie bij 34810 c.M. ligt.

De eerstgenoemde schakeling is thans in gebruik genomen en het resultaat voldoet aan de verwachtingen. De toon die hierbij verkregen kan worden, is zeer goed, beter dan voorheen ooit het geval was, terwijl de stroomopneming in het luchtnet goed is. Derhalve blijkt het gewenscht, bij de huidige inrichting van het station, waarbij met 4 flesschen (45280 c.M. capaciteit) wordt gewerkt, den ouden transformator bij de schakeling 175/9000 of 185/9000 te gebruiken, terwijl gebruik van den nieuwen transformator geen aanbeveling verdient.

Indertijd werden bij de overnemings-proeven van het station de groote verliezen in het primaire wisselstroomstelsel gevonden, maar werd de meening uitgesproken dat deze aan ijzer-verliezen in den transformator te wijten zouden zijn.

Bovenstaand onderzoek heeft aangetoond, dat dit niet het geval is, doch dat deze verliezen een oorzaak vinden in de dunne kabels van den dynamo naar den transformator. Deze kabels hebben een lengte van 76,5 M. en zijn dubbeladerig.

De groote lengte wordt veroorzaakt, doordien de machinekamer door een lange overdekte gang is gescheiden van de seinzaal. Deze gang is 46,5 M. lang. De toeleidingskabel bestaat voor ongeveer de helft uit een dubbeladerigen gearmeerden kabel van 15 mM<sup>2</sup>.

Hieraan is gelascht een samenstel van 2 dubbeladerige kabels waarvan de eene dikker is dan de andere. Deze lasch is zoo gemaakt dat in iedere armeerung een heen- en een terugleiding zitten.

Het samenstel van deze kabels heeft ongeveer 13.6 mM<sup>2</sup>. doorsnede.

Waar de gebruikte primaire stroom ongeveer 100 ampère sterk is, en de weerstand van dynamo tot transformator 0.221 Ohm bedraagt, is het duidelijk dat alleen in dezen kabel reeds 2.2 K.W. verloren gaat en hij veel te zwaar is belast.

Ik pleegde telegrafisch overleg met den leider van het station te Sitoebondo (met het oog op kabeldikte benodigd bij eventueele versterking der stations) en wij kwamen tot het resultaat, dat het wenschelijk zou zijn, den toevoerkabel een doorsnede van 150 mM<sup>2</sup>. te geven, welke kabel inmiddels reeds is gelegd.

*De leider van het radiostation Ambon  
 de Luitenant ter Zee der 2e klasse,*

J. A. BROUWER.



BIJLAGE.

Bedrijfsomstandigheden bij verschillende Transformatie-verhouding.

Transformatie-verhouding.	Antenne-stroom (shunt ± 1.28.)	Primaire stroom (shunt ± 3.35.)	Primaire spanning (onbelast.)	Primaire spanning (belast.)	Primair periodental. (belast.)	Primair periodental (onbelast.)	T O O N.	OPMERKINGEN.	GEBRUIKTE GOLF, CAPACITEIT, ENZ.
a 150/12500	23	31	255	90	475	505	Slecht.	Onregelmatige werking.	1200 Meter golf 14 vonken.
b 200/12500	27.3	30	255	133	465	505	Goed.	Tikje onzuiver.	Capaciteit 3 L. fl. = 33960 cM.
c 220/12500	29.5	28	255	145	470	505	Goed.		Koppeling 20.4 %.
d 150/9000	26.2	26	232	130	480	505	Goed.		
e 200/9000	32.5	26	255	210	425	505	Matig.		
f 220/9000	32.5	26	255	230	450	505	Vrij goed.		
g 220/9000 met smoorspoel	11	13	255	170	500	505	Slecht.		
<b>DRIE LEIDSCHIE FLESSCHEN.</b>									
a	18.5	32	255	50	475	505	Neusklinken.		1200 Meter golf 14 vonken,
b	26.5	28.5	255	103	465	505	Zeer goed.		Capaciteit 4 L. fl. = 45280 cM.
c	26.5	29	255	120	450	505	Goed.		Koppeling 20.8 %.
d	26.5	29.5	255	120	430	505	Tamelijk.		
e	31.2	26.5	255	170	425	505	Tamelijk.		
f	32.5	26	255	197	430	505	Iets schor.		
<b>VIER LEIDSCHIE FLESSCHEN.</b>									
a	23	32	Niet opgenomen.		450	505	Neusklinken.	Motor vertraagt sterk.	1200 Meter golf 14 vonken.
b	26.2	31	255	105	450	505	Neusklinken.	"	Capaciteit 5 L. fl. = 56600 cM.
c	25.2	32	255	125		505	Zeer goed.	"	Koppeling 21.7 %.
d	33.4	28	255	125		505	Tamelijk.	"	
e	33.1	26	255	185		505	Tamelijk.	"	
f	33.1	26	255	205		505	Tamelijk.	"	
<b>VIJF LEIDSCHIE FLESSCHEN.</b>									