

Willem Einthoven en de snaargalvanometer (uit Klaas Dijkstra p. 195)

Zo werd op de ochtend van de 9e December 1923 de 24-uurproef begonnen. Gewerkt werd op een golflengte van 13,4 kilometer. Dr. de Groot was in eigen persoon naar boven gekomen, om de leiding en dus ook de verantwoording op zich te nemen; het zou er namelijk op sommige momenten om kunnen gaan, de zender af te zetten, of door te draaien.

Behalve met gewone ontvangtoestellen zouden gedurende deze 24-urige krachtproef ook (buiten de P.T.T. Dienst om) ontvangproeven in Nederland plaats hebben met de "snaargalvanometer".

Over dit opnameapparaat hadden geregeld bij ons de vreemdste geruchten de ronde gedaan. Wanneer wij alles hadden moeten geloven, wat hierover verkondigd werd, dan zou het in de toekomst mogelijk zijn, in de kortst mogelijke tijd een hele serie telegrammen over te brengen.

Geen enkel ontvangapparaat, dat in de verste verte aan dit wonder kon tippen, heette het. Weliswaar was het nog niet geheel uitgeprobeerd, doch dit kwam wel.

Naar wij verder vernamen, had de Indische P.T.T. Dienst toevallig de hand weten te leggen op de patentrechten; zij het dan tegen een hoge prijs. (men sprak over een bedrag van Fl 100.000).

Uitvinder van de snaargalvanometer was prof. Einthoven, die – zoals men zich misschien weet te herinneren – indertijd de Nobelprijs voor deze vinding had gekregen, zijnde een erkenning van zijn verdiensten op het gebied der geneeskunde. Een kleine ombouw had het toestel ook geschikt gemaakt voor de ontvangst van hoogfrequente stroompjes, afkomstig van radiozenders.

Met deze ombouw en de ontvangproeven scheen belast te zijn een zoon van de professor, die in Delft studeerde voor ingenieur en die in de oorlogsjaren 1914 – 1918 een tijdje bij de Indische Radiodienst op Radio Malabar had gewerkt.

In verband hiermee had men voor de tweede maal naar een nieuwe plaats voor een station moeten omzien, een plaats waar volkomen rust heerste, ver van het lawaai van de bewoonde wereld met al zijn apparatuur die in allerlei vorm storingen zou kunnen voortbrengen. Daar echter uitbreiding op uitbreiding volgde en men niet zo lang kon wachten, was voorlopig een andere oplossing gevonden. Deze bestond hierin, dat in Het Schouw te Amsterdam een gedeelte van de benodigde apparatuur werd ondergebracht. Het was namelijk aan Het Schouw en ook te Schellingwoude (eveneens te Amsterdam) waar de heer Einthoven proeven had genomen met de ons reeds bekende snaargalvanometer. Deze proeven waren, naar ik hier voor het eerst vernam, gestopt omdat de ontvangmethode van de heer Einthoven was verdrongen door een eenvoudiger weg om tot geschreven ontvangst te geraken, zoals zo meteen zal blijken.

Hoewel de snaargalvanometer dus buiten bedrijf was en misschien ook wel nimmer meer in gebruik zou worden genomen, stelde Dr. Koomans voor het apparaat te bezichtigen. Ik was hier meteen voor te vinden, omdat wij op de Malabar zo vaak over het toestel hadden horen spreken, zonder ooit de finesses omtrent de bruikbaarheid van het apparaat gewaar te worden. Al die jaren had er een waas van geheimzinnigheid om het toestel gehangen en het had er veel van, dat wij het ware van de zaak niet mochten weten. Want wanneer de galvanometer ter sprake kwam, hielden zij die er meer van konden weten, zich van de domme. Tal van malen hadden wij bij nacht en ontij de grote booglamp moeten aanzetten, opdat de heer Einthoven ontvangproeven kon houden. Nimmer vernamen wij hoe de ontvangresultaten waren geweest en we kregen wel eens het gevoel, dat er iets aan het veelbelovende ontvangmechanisme haperde. Geen wonder dus dat ik, nu we zo dicht in de buurt waren, het voorstel van Dr. Koomans met beide handen aangreep. Zo ik reeds eerder heb vermeld, werd de snaargalvanometer uitgevonden door Prof. Einthoven, specialist in hartziekten, met de bedoeling hem te gebruiken voor geneeskundige doeleinden. Zijn zoon, de heer W. Einthoven, het latere hoofd van het radiolaboratorium en chef van de proefnemingen in Nederlands-Indië, verbleef tijdens de eerste wereldoorlog enige jaren in Bandoeng, waar hij Dr. de Groot behulpzaam was bij zijn proeven op de Malabar.

Blijkbaar is men toen op het idee gekomen de galvanometer geschikt te maken voor de ontvangst van radiotekens, speciaal ten behoeve van de in ontwerp zijnde grote booglamp. Na de oorlog keerde de heer Einthoven naar Nederland terug, teneinde zijn studies aan de Technische Hogeschool te Delft voort te zetten. Zijn vrije tijd gebruikte hij om de galvanometer geschikt te maken voor het even vermelde doel. Toen het apparaat gereed was, werd het, naar ik meen, eerst opgesteld te Schellingwoude en later aan Het Schouw.

De ontvangproeven die uitsluitend betrekking hadden op de ontvangst van de Indische zenders, werden door hem persoonlijk geleid. Tijdens mijn bezoek stond het apparaat ergens op een kamertje van het Telegraafkantoor.

Het eerste wat mij opviel was dat het apparaat, in vergelijking tot de recorder, zeer grote afmetingen had. Met zijn uitwendige magneetpolen had het veel van een kleine booglampzender. Overigens zag het er goed afgewerkt uit.

Het inwendige van de galvanometer was zonder meer niet zichtbaar. Dit zat veilig en wel opgeborgen in een kamer, welke op vacuüm gehouden werd en daardoor hermetisch afgesloten moest zijn. Volgens Dr. Koomans bevond zich hierin een dunne geleidend gemaakte kwartsdraad, welke in een magnetisch veld tussen twee microscopen als een snaar was gespannen. Door de lengte van de snaar juist te kiezen en haar spanning te regelen, kon men haar een zodanige eigen periode geven, dat zij in trilling gebracht resoneerde met de golven van de frequenties die in de draadloze telegrafie gebruikelijk zijn. Zo kon bijvoorbeeld het eigen trillingsgetal van een snaar van 7 mm lengte tot 40.000 hertz (λ 7,5 km) en meer opgevoerd worden.

Door de snaar in een vacuüm te plaatsen, hief men de demping op die anders de lucht op haar beweging zou uitoefenen, terwijl de elektromagnetische demping beschikbaar bleef en aan de waarnemer het voordeel bood, dat zij gemakkelijk en nauwkeurig regelbaar was. Volgens een artikel van de constructeur zelf in het "Tijdschrift van het Nederlandsch Radio Genootschap" van september 1923, deel II, nr. 1, was één der voordelen van de snaargalvanometer, dat men het decrement zeer klein kon maken en wel tot een bedrag dat kleiner was dan praktisch nodig zou zijn, zodat een woordsnelheid tot 600 per minuut mogelijk moest worden geacht. Om leesbaar schrift te verkrijgen was het nodig, dat de ontvangen golf constant was en ook dat de tekens, wat men noemt, scherp afgesneden waren. Hieraan scheen het nog al eens gehaperd te hebben, hetgeen een gebrek aan de zenderzijde was. Het registreren van de ontvangen tekens geschiedde fotografisch, zodat de belichte strook eerst ontwikkeld en daarna gefixeerd moest worden, alvorens men deze tekens kon aflezen. Hiermee ging veel tijd verloren en dit was één der bezwaren die Dr. Koomans tegen het apparaat had. In verband hiermee was het toestel, hoe goed de resultaten soms ook geweest waren, nooit boven het proefstadium uitgekomen. En daar intussen deze ontvangmethode was verdrongen door een veel eenvoudiger systeem, zouden de proeven ook wel nimmer meer worden hervat, dacht hij. Daarbij kwam, dat de heer Einthoven kortelings naar Indië was vertrokken om aldaar de leiding van het Radiolaboratorium op zich te nemen.

TIJDSCHRIFT

VAN HET

NEDERLANDSCH RADIOGENOOTSCHAP

INHOUD van de Deelen I tot en met IV

	Deel. Blz.
Appleton, Prof. E. V.: Problemen bij de uitbreiding van Electromagnetische Golven	II, 115
Elias, Prof. Dr. Jhr. G. J.: Het electromagnetisch veld van een zender	I, 177
Enkele beschouwingen over de Heaviside-laag	II, 2
Het electrostatisch veld van een triode	II, 25
Over de voortplanting van electromagnetische trillingen	III, 1
Elias, Prof. Dr. Jhr. G. J. en Ir. C. Th. F. van der Wyck: Reflectie van Electromagnetische Golven aan Media met veranderlijke Dielectrische Constante	IV, 79
Elias, Prof. Dr. Jhr. G. J.: Reflectie van Electromagnetische Golven aan Media met veranderlijk Geleidingsvermogen en Dielectrische Constante	IV, 86
Eindhoven, Ir. W. F.: De Snaargalvanometer en de storingsvrijheid van de ontvangst bij de draadloze telegrafie	II, 58
Ferrié, G.: De Wetenschappelijke toepassingen der radiotelegrafie	I, 157
Groeneveld, Ir. Y. B. F. J., Dr. Balth. van der Pol en Ir. K. Posthumus: Roosterdetectie	III, 67
Huizinga, Dr. M. J.: Een eenvoudige inrichting voor selectieve versterking	I, 148
Kaup, Ir. E.: Over het z.g. „Microfonisch Effect” bij Versterkers	IV, 128
Koerts, Dr. A.: De Methoden voor het elimineeren van luchtstoringen	II, 47

Koomans, Dr. Ir. N.: Hoogfrequentie-telefonie draadloos en langs geleidingen volgens de octrooien van de Bell Telephone Mij.	I, 95
Langendam, Ir. S. G. C.: Eenige waarnemingen betreffende Fading en Skipped distance in Ned-Oost-Indië	IV, 3
Mesny, Prof. R.: Electromagnetische stralenbundels	III, 49
Nordlohne, Ir. P. J. H. A. en Ir. A. J. Odinet: Radiotechnische Teekeningen	I, 167
Pol, Dr. Balth. van der: De amplitude van vrije en gedwongen triode-trillingen	I, 3
Trillingshysteresis bij een triode-generator met twee graden van vrijheid	I, 125
Het electrostatisch veld van een triode	II, 55
Gedwongen trillingen in een systeem met niet-lineaire weerstand	II, 57
Pol, Dr. Balth. van der en Ir. K. Posthumus: Een laboratorium-triode-zender van 200 K.W.	II, 77
Pol, Dr. Balth. van der: Over „relaxatie-trillingen”	III, 25
Over „relaxatie-trillingen” (II)	III, 95
Enkele physische beschouwingen over ultra-korte golven, mede in verband met de uitzendingen van het Philips' Radio-Laboratorium	III, 161
Kortegolf echo's en de Aurora borealis	IV, 13
Frequentie-modulatie	IV, 57
Het technisch Aspect van den Omroep in Nederland	IV, 105
Posthumus, Ir. K.: Labiliteit van een uit n trioden bestaande versterker met inachtnaam van de interelectroden-capaciteiten	III, 106
Stroomverdeling in een Eenlagige Spoel met inachtnaam van de Wederkerige Inductie tusschen elk paar Spoelementen	IV, 165
Roosenstein, Dr. H. O.: Eenige opmerkingen over „relaxatie-trillingen”	III, 90
Schäffer, Walter: Radio-Telefonie met Triode-zenders	I, 33
Schotel, Ir. G.: Korte-Golf-Zenders in het algemeen en die voor de verbinding Nederland-Curaçao in het bijzonder	III, 115

Tellegen, Ir. B. D. H.: Het electrostatisch veld van een Triode	II, 95
Eindversterkerproblemen	III, 141
Overzicht betreffende de opwekking van Ultra-korte golven	IV, 54
Voogt, Ir. A. H. de: Het Radio-peilen	I, 74
Weyers, Ir. Th. J.: Dielectrische verliezen	IV, 143
White, G. W.: Eenige experimenten in verband met de toepassing van nieuwere Triodenschema's bij zenders	IV, 17
Zenneck, Prof. Dr. J.: Over Ruimte Akoustiek	IV, 71

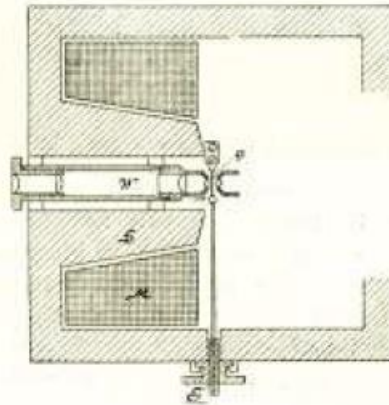
Jaarverslag over 1920	I, 71.
Idem over 1927	IV, 1
Verslag Vergadering van den Conseil International des Recherches 1922	II, 15
Boekbespreking	I, 121, I, 154, I, 176, II, 74, III, 22, 23, 24, III, 134, 135, III, 185, IV, 188
Storingsenquête van het Nederlandsch Radiogenootschap	III, 41
In Memoriam	III, 137, 138, 159

De snaargalvanometer en de storingsvrijheid van de ontvangst bij de draadloze telegrafie.

DOOR

W. F. EINTHOVEN

Onder de middelen, die kunnen worden aangewend, om de storingsvrijheid van de ontvangst bij het draadloze verkeer te bevorderen, moet, behalve een doelmatige keuze van het terrein en een versterking van de richtkracht der ontvanginstallatie, wel in de eerste plaats genoemd worden de verkleining van het decrement van den ontvang-kring. Terwijl het decrement van een



Figuur 1

electrischen kring bezwaarlijk kleiner dan 0,01 kan worden gemaakt, is men instaat om deze waarde in den galvanometer zoo veel te verkleinen als praktisch wenschelijk mag heeten. Men kan het decrement in den galvanometer nauwkeurig regelen van een bedrag dat kleiner is dan praktisch nuttig zou zijn tot een bedrag, dat ons instaat stelt om 600 woorden en meer per min. op te nemen.

Een dunne, geleidend gemaakte kwartsdraad S, zie fig. 1, is in een magnetisch veld tusschen 2 mikroskopen M als een snaar

uitgespannen. Door de lengte der snaar juist te kiezen en haar spanning te regelen, kan men haar een zoodanige eigen periode geven dat zij, in trilling gebracht, resoneert met de golven van de hooge frequenties die in draadlooze telegrafie gebruikelijk zijn. Zoo kan bijv. het eigen trillingsgetal van een snaar van 7 m.M. lengte tot 40 000 en meer worden opgevoerd.

Door de snaar in een vacuum te plaatsen heft men de demping op, die anders de lucht op haar beweging zou uitoefenen, terwijl de electromagnetische demping beschikbaar blijft en aan den waarnemer het voordeel biedt, dat zij gemakkelijk en nauwkeurig regelbaar is.

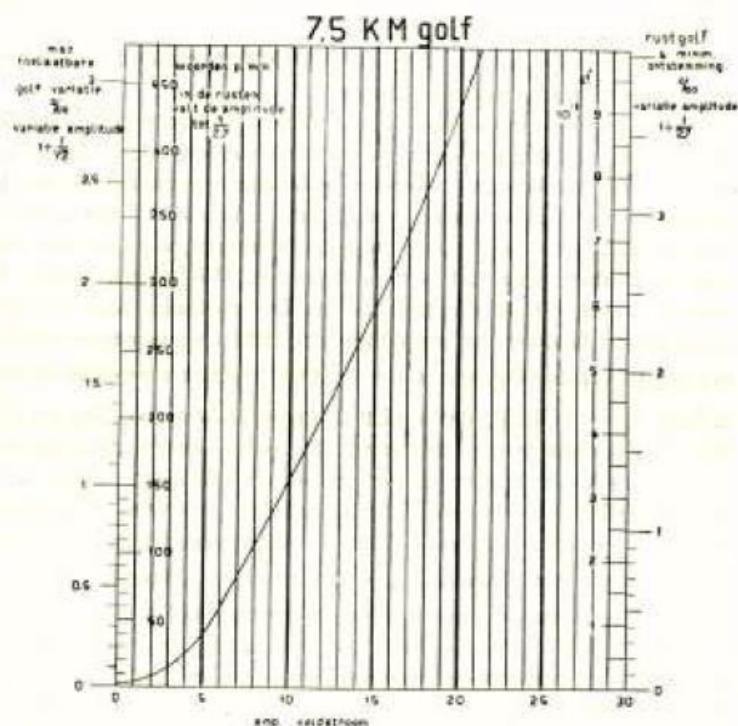
Tot welke grens mag bij de praktische ontvangst van seinen de demping worden verminderd?

Ter beantwoording dezer vraag nemen wij eerst aan dat de zender van welke de seinen moeten worden ontvangen, ideaal is, d.w.z. dat hij een volkomen constante golf uitzendt en dat er een te verwaarloozen tijd verstrijkt, om bij elk sein zoowel den antenne stroom van 0 tot zijn maximum op te voeren, als om hem van zijn maximum weer tot 0 te reduceeren. Wij voeren verder de waarde τ in, dit is de tijd die na het ophouden van het sein moet verstrijken, om de amplitude der trillende snaar te verminderen in de verhouding van τ tot $\frac{t}{c}$. Om leesbaar seinschrift te verkrijgen is het noodig, dat τ niet te groot is in verhouding tot den tijd die tusschen twee seintekens, dus ook voor den duur van een punt, beschikbaar is. De proeven hebben uitgemaakt dat die verhouding gelijk aan de eenheid mag worden genomen. Wij krijgen dan een toestand, dat in de pauze tusschen twee punten of strepen de amplitude der snaartrillingen van τ tot $\frac{t}{c}$ afneemt. De toelaatbare seinsnelheden zijn omgekeerd evenredig aan de waarden van τ .

In fig. 2 hebben wij volgens dezen grondslag voor een golf van 7,5 K.M. in een coördinatenstelsel de waarden van de λ en van de seinsnelheid afgezet als functies van den veldmagneetstroom in een der door ons vervaardigde modellen.

Indien de golf die uitgezonden wordt niet volkomen constant is, kunnen wij aannemen, dat de snaar steeds afgestemd is op een frequentie, die het midden houdt tusschen de beide uiterste variaties. Indien de zendgolf juist haar gemiddelde frequentie heeft en de snaar dus nauwkeurig daarop resoneert, zal de amplitude der snaartrillingen een maximum bereiken. Schommelt de zendgolf naar een harer uiterste variaties, dan wordt de amplitude der snaartrillingen een minimum. Indien wij aannemen, dat gedurende een

sein schommelingen der snaaramplitude mogen voorkomen in de verhouding van 1 tot $\frac{1}{\sqrt{2}}$ om voor de leesbaarheid van het schrift nog juist niet hinderlijk te zijn, kan uit het decrement δ en de golflengte λ de toelaatbare variatie in de lengte van de zendgolf worden berekend. De uitkomsten dezer berekening vindt men in de eerste verticale kolom van figuur 2 vermeld.



Figuur 2

Wij denken ons nu een machinezender met onveranderlijke taktgeving en volkomen constante golf. In de pauze tusschen 2 seinteeekens draait de machine door en bij het begin van de nieuwe streep of punt vindt de nieuwe zendgolf de zwak trillende snaar in phase met haar eigen golfbeweging. Verandert in de pauze de

frequentie der zendgolf een weinig dan zal zij de snaar niet meer in phase aantreffen, en schommelt zij tot het boven genoemde toelaatbare maximum, dan kan in den tijd τ het phaseverschil tot 1 radiaal dus ongeveer 60° toenemen.

Wordt de machinezender door een boog of een triode vervangen dan verandert de toestand. Het phaseverschil, dat tusschen de zendgolf en de snaartrilling telkens bij het begin van een nieuwe streep of punt aanwezig zal zijn, wordt dan een toevalligheids-questie. 't Ongunstigste geval treedt in bij volkomen resonantie en 180° phaseverschuiving omdat dan de trillende snaar door het nieuwe sein eerst tot stilstand moet worden gebracht, voordat zij met de veranderde phase kan gaan meetrillen. Vermoedelijk zal bij de ontvangst van een boog of een triode zender de waarde van τ daarom iets kleiner moeten worden genomen. In de laatste kolom van figuur 2 is aangegeven, tot welk minimum bedrag men de golflengten van de rust- en werkgolf dezer zenders mag laten verschillen, zonder dat de opgevangen teekens door een te gering verschil in amplitude der snaartrilling moeilijk leesbaar worden. Indien men de gegevens van figuur 2, die voor een golf van 7,5 k. m. is berekend op een andere golflengte wenscht toe te passen, moeten de waarden van de verticale kolommen 1, 3 en 4 evenredig aan de golflengte worden gewijzigd, terwijl de waarden van kolom 2, die door τ worden bepaald onveranderd blijven.

Het geringe decrement van den snaargalvanometer biedt bij de ontvangst meer voordeelen aan dan de verkleining van decrementen die verkregen kan worden door dempingsreductie met behulp van een electronenbuis, omdat men met de snaar een zuivere resonantie kromme schrijven kan en dit bij de genoemde dempingsreductie niet mogelijk is.

In het algemeen onderscheiden wij 3 oorzaken van de onzuiverheid eener resonantie kromme

- 1^e δ kan afhankelijk zijn van de amplitude;
- 2^e δ kan door de frequentie worden beïnvloed;
- 3^e de frequentie kan door een verandering der amplitude worden gewijzigd.

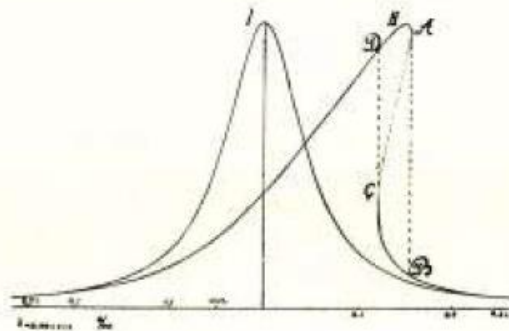
De eerste oorzaak doet zich steeds gelden bij de dempingsreductie door een electronen buis, daar de karakteristiek dezer laatste niet lineair is.

De tweede oorzaak moet bij alle electriche kringen in rekening worden gebracht. Zij is vooral van grooten invloed bij de dempingsreductie met een electronen buis, daar deze de demping met een constant bedrag vermindert. De verandering van de overblijvende

δ met λ wordt hierdoor grooter en aldus wordt de resonantie kromme in sterke mate vervormd.

De derde oorzaak komt in elektrische kringen alleen voor, als zij ijzer bevatten, en in den galvanometer kan zij onder bepaalde omstandigheden storend werken.

In figuur 3 geeft II de vervormde resonantie kromme weer, die met een korte, weinig gespannen snaar kan worden verkregen, terwijl I ter vergelijking een zuivere resonantie-kromme afbeeldt. De x -as geeft de ontstemming in duizendsten aan, de y -as het kwadraat der snaar amplituden. Als de amplitude grooter wordt, wordt de snaar in haar eindstanden meer gespannen, waardoor haar eigen frequentie wordt vergroot. Dit heeft ten gevolge, dat zich bij het opnemen der resonantiekromme eigenaardige verschijnselen voordoen, die wij met den naam „sprongpunt” willen



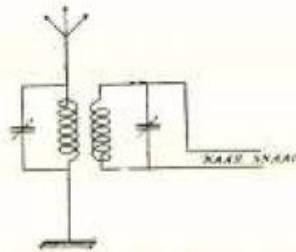
Figuur 3

aangeven. Wanneer men de kromme opneemt door de reeks van waarnemingen links te beginnen en geleidelijk in rechtsche richting voort te zetten zal op een gegeven oogenblik de amplitude met een sprong worden verkleind, hetgeen in de figuur aangegeven wordt door het kwadraat der amplituden loodrecht van A tot B te laten dalen. Gaat men met de opnamen in rechtsche richting door, dan wordt verder een regelmatige, geleidelijke vermindering der amplitude verkregen. Begint men met de opname rechts en zet men haar in linksche richting voort, dan wordt op een gegeven oogenblik de snaaramplitude plotseling vergroot en springt de kromme, die de kwadraten der amplitude aangeeft, loodrecht van C naar D. Bij verdere opnamen in linksche richting wordt weder een regelmatige, geleidelijk dalende lijn verkregen. De asymetrie van het verschijnsel komt in de figuur duidelijk uit. Tevens ziet

men gemakkelijk, dat het oppervlak der vervormde kromme bij gelijke γ grooter is dan dat der zuivere. Dit oppervlak is maatgevend voor de storingsvrijheid.

De moeilijkheden van het sprong punt worden vermindert en zelfs volkomen overwonnen wanneer men van lange, dunne strakgespannen snaren gebruik maakt, die men met slechts kleine amplitude laat trillen. Hoe dunner de snaar is, hoe kleiner de amplitude van haar trilling kan genomen worden zonder het schrift onleesbaar te maken.

Bij het werk met den galvanometer heeft zich nog een andere moeilijkheid voorgedaan, die wij eerst kort geleden doelmatig hebben kunnen oplossen. Wanneer aan de snaar een gering decrement werd gegeven, trilde zij in meer dan één vlak, waarbij haar afstemming in het eene trillingsvlak met die in het andere verschilde. De resonantie kromme vertoont den dubbeltoppen en



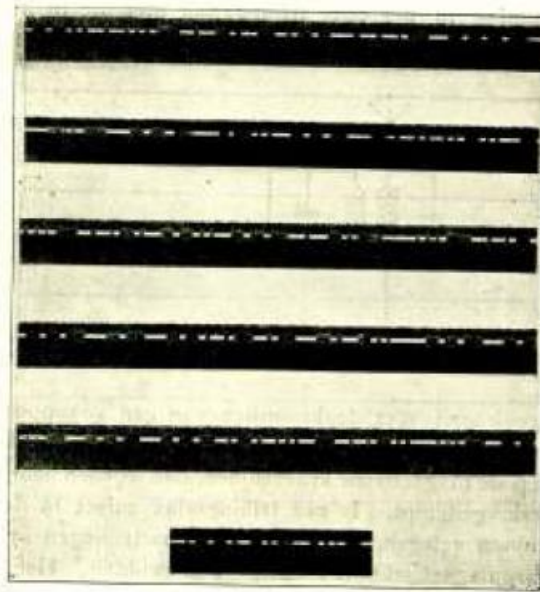
Figuur 4

heeft overeenkomst met de krommen van een gekoppelden electrischen kring. Staat een der trillingsvlakken van de snaar niet loodrecht op de magnetische krachtlijnen, dan worden haar trillingen minder sterk gedempt. Is een trillingsvlak zuiver in de richting der krachtlijnen gelegen, dan zullen de snaartrillingen in 't geheel geen electromagnetische demping ondervinden. Het spoortje demping, dan in dat vlak overblijft en dat door een onvolkomen vacuum er de uitwendige wrijving der snaar zelf wordt veroorzaakt, is zoo gering, dat de snaar lang blijft natrillen waardoor het seinschrift onleesbaar kan worden.

De boven beschreven afwijking van den zuivere resonantie kromme veroorzaken een vermindering van de storingsvrijheid. Of dit met elke afwijking der resonantie kromme in 't algemeen 't geval is, wanneer men uitgaat van een gegeven uittrillingstijd laten wij echter in 't midden.

Wanneer wij de verschillende zendertypen met elkaar vergelijken

van het standpunt, dat de seinen met den galv. moeten worden opgenomen dan moeten wij besluiten, dat de machinezender minder gunstig is dan de boog- en de triodezender. Met de hoogfrequentie machine heeft men groote moeite om de golflengte constant te houden en bij snel seinschrift moet λ van de snaar grooter genomen worden dan bij de andere zendertypen omdat er gewoonlijk met het aanzwellen en uittrillen van den antennestroom een belangrijke tijd verloren gaat, die tevens het sneller seinen onmogelijk maakt. Daarentegen zijn de boog- en triodezender beide in staat om een zeer constante golf uit te zenden en door middel van 't seinen met golf verandering is snel seinschrift mogelijk tot bijv. 600 woorden in de min. Er is dan een te verwaarloozen tijd



Figuur 5

noodig voor de verandering der golf. Bij de triodezender moet er echter op gelet worden, dat wanneer men een gelijk gericht wisselstroom voor den plaatstroom gebruikt, de pulsaties in de stroomsterkte dikwijls tot golfvariatiëen aanleiding geven. Ook de gloeidraad veroorzaakt golfvariatiëen wanneer hij op een wisselstroom brandt. Maar deze schommelingen in de lengte der uitgezonden golf kunnen door toepassing van doelmatige middelen wel worden onderdrukt.

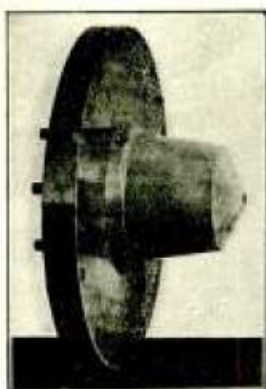
Figuur 4 geeft aan de wijze waarop de snaar en de antenne aan elkaar geschakeld zijn. Het spreekt van zelf dat daarbij ook versterkers kunnen worden ingevoegd.



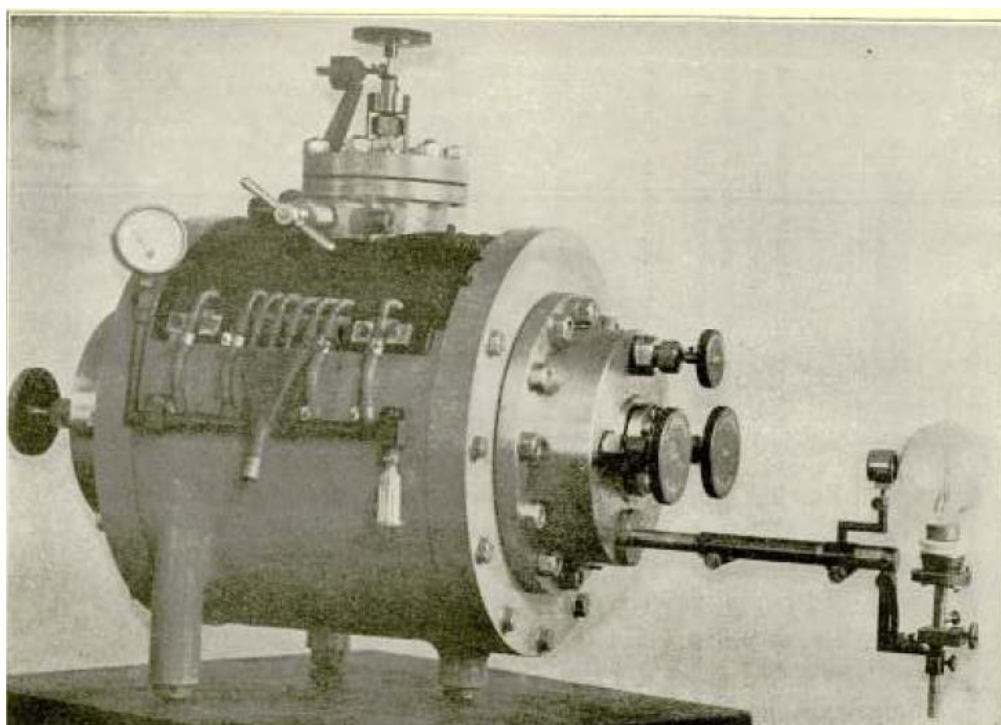
Figuur 5

Figuur 5 stelt voor een opname die te Leiden gedaan is van het draadloosstation op de Malabar en figuur 6 een met twee galvanometers gelijktijdige opname van de boog van Fl. waarin de ééne snaar op de werkgolf en de andere op de rust golf is afgestemd geweest.

Figuur 7 laat een magneetkern van den galv. zien en figuur 8 is een afbeelding van het geheelen toestel.



Figuur 7



Verslag van een lezing door W.F. Einthoven voor de Electrotechnische Vereeniging te Delft, 31 oktober 1920, in Nieuwe Rotterdamsche Courant 1920. Met andere berichten over de verbinding Nederland-Indië, radiostation te Sambeek.

W.F. Einthoven 'De snaargalvanometer ten dienste der radiotelegrafie', medegedeeld door W. Einthoven, Afdeling Natuurkunde, Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam, op 24 maart 1923, in Nieuwe Rotterdamsche Courant, Telegraaf en Algemeen Handelsblad, 5 maart 1923, en overdrukken uit: Verslag van de Gewone Vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeling, deel XXXII, no. 3.

Persbericht uit Nieuwe Rotterdamsche Courant, 22 oktober 1923, over een lezing door W.F. Einthoven met demonstratie van de snaargalvanometer, Physiologisch Laboratorium, Leiden.

Overzicht samengesteld door dr. ir. Huib Ekkelenkamp (voorzitter KIVI Afdeling Telecommunicatie)