

VII. FORSKELLIGE RADIOTELEGRAF-SYSTEMER.

I det efterfølgende gives en ganske kortfattet Oversigt over Udviklingen i Radiotelegrafien og en Beskrivelse af de væsentligste Systemer, som anvendes.

88. Lige siden Indførelsen af den elektriske Telegraf — hvis grundlæggende Princip (Elektromagnetismen) opdagedes af *H. C. Ørsted* i 1820, medens den egentlige Telegraf konstrueredes (1837) samtidigt af Amerikaneren *Morse* og Tyskeren *Steinheil* — har man forsøgt at komme bort fra Traadforbindelsen mellem Afsende- og Modtagestationen.

I 1838 gjorde *Steinheil* den betydningsfulde Opdagelse, at Tilbageledningstraaden fuldstændigt kunne erstattes af Jordforbindelser.

De Veje, som man slog ind paa for at hidføre en traadløs, elektrisk Forbindelse mellem Stationerne, kunne deles i 5 Grupper:

1. *Benyttelsen af fugtig Jord* til Forplantning af de elektriske Strømme (*Morse, Preece, Trowbridge, Rathenau, Strecker*),
2. *Elektromagnetisk Induktion* mellem parallelle Metalledere (*Trowbridge, Preece, Lodge*).
3. *En Forbindelse af 1 og 2.* (*Preece*).
4. *Elektrostatisk Induktion* mellem Ledere, som ere fjernede i større eller mindre Afstand fra hinanden (*Edison, Smith*).
5. *Elektromagnetiske Svingninger.*

Medens man ved de fire første Grupper kun har opnaaet en Telegrafering over ganske korte Afstande, er det Anvendelsen af elektromagnetiske Svingninger, der har muliggjort en praktisk brugelig Telegrafering uden Traad.

De første Forsøg med Telegrafering ved Hjælp af elektromagnetiske Svingninger udførtes i Aaret 1879 af *Hughes*, Opfinderen af Mikrofonen. Under sit Arbejde med denne bemærkede han, at Modstanden i en Mikrofonkontakt (∩: en ufuldstændig, elektrisk Kontakt) pludselig forandrede sig, naar en Leydnerflaske udladedes i Nærheden af Mikrofonkontakten.

Ved at forbinde denne i Række med et Element og en Telefon lykkedes det *Hughes* at overføre Morsetegn paa nogle faa Hundrede Meters Afstand.

Da *Hughes'* Forsøg ikke bleve almindeligt bekendte, indtraadte en længere Stilstandsperiode, indtil den tyske Fysiker *Heinrich Hertz* i Aarene 1886—1889 foretog sine betydningsfulde Forsøg, der bekræftede den af *Maxwell* opstillede elektromagnetiske Teori om Lyset. Det paavistes ved disse Forsøg, at en elektrisk Gnist udsender Energi, der forplanter sig i Rummet i Form af elektromagnetiske Bølger, og at disse have en endelig Hastighed og følge de almindelige Grundsætninger for Lyset.

Til at frembringe de elektromagnetiske Bølger benyttede *Hertz* en *Oscillator*, bestaaende af to Messingplader, forbundne ved en Kobbertraad med et Gnistrum i Midten. Til at paavise Tilstedeværelsen af Bølgerne anvendtes en *Resonator*, der havde Form af en Metaltraadsring. I Ringen var indsat et lille, indstilleligt Gnistrum.

Træffes denne Resonator af elektriske Bølger fra Oscillatoren, vil den, i visse Tilfælde, bringes til at svinge med, ligesom en af Lydbølger truffen Stemmegaffel. Resonansvirkningen giver sig til Kende derved, at en lille Gnist springer over mellem Kuglerne.

Et mere følsomt Hjælpemiddel end den *Hertz'ske* Resonator til Paavisning af de elektromagnetiske Bølger dannede den af *Branly* i Paris 1891 konstruerede Detektor, der bestod af et Glasrør med to Metalelektroder og mellem-

liggende Metalfilspaaner. Apparatet — der kaldes en *Kohærer* — lod sig imidlertid kun paavirke i ringe Afstand fra Oscillatoren.

Amerikaneren *Nicola Tesla* forsøgte i Aaret 1893 at opnaa en telegrafisk Forbindelse mellem to Steder ved at forbinde saavel Afsender som Modtager med store metalliske Kapaciteter og med *Jord*. Til at frembringe lange Rækker af elektriske Svingninger konstrueredes en Dynamo med højt Vekseltal (ca. 30 000), og *Tesla* benyttede endvidere sin særlige Transformator, »*Tesla-Rullen*«.

Det var dog først *Popoff's* Forsøg i Kronstadt 1895, der bragte Problemet et stort Skridt videre. Til Paavisning af atmosfærisk Elektricitet benyttede han en Lynaflæder, der gennem en *Kohærer* var forbundet med *Jord*. Et Relais og et Lokalbatteri var anbragt i Række med *Kohærer*en; blev denne paavirket af elektriske Svingninger, sluttede Relaiset Strømmen til en elektrisk Klokke, hvis Hammer slog mod *Kohærer*en og derved atter gjorde den uledende. I Slutningen af Aaret 1895 var det lykkedes *Popoff* paa denne Maade at registrere atmosfæriske Udladninger i ca. 5 km Afstand.

Skønt *Popoff* var naaet vidt ved sine Forsøg, blev det dog forbeholdt en anden, Italieneren *Guglielmo Marconi*, at føre et virkeligt Telegrafsystem ud i det praktiske Liv.

Ved de første Forsøg i Italien i Aaret 1895 anvendte *Marconi* store Metalplader, forbundne til Modtager og Afsender; disse vare atter forbundne med *Jord*. Afsenderen var en *Righi's* Oscillator (to i Olie anbragte store Metalkugler, hvorimellem Gnistudladningerne fandt Sted); senere erstattedes Metalpladerne med lodrette (eller næsten lodrette) Traade, baade ved Afsender og Modtager.

Efter Afslutningen af disse Forsøg rejste *Marconi* i Aaret 1896 til England, og efter at have forbedret de forskellige Apparater, navnlig *Kohærer*en, lykkedes det ham i Maj 1897 at telegrafere over Bristolkanalen (ca. 14 km Afstand).

Efter Fremkomsten af *Marconi's* Forsøg opstod hurtigt i de forskellige Lande en Mængde Systemer. Af saadanne kan nævnes: I England *Lodge-Muirhead*, *Maskelyne*, i Frankrig

Rochefort, Branly-Popp, Popoff-Ducretet, i Tyskland *Slaby-Arco* og i Amerika *de Forest* og *Fessenden*.

Der indførtes Forbedringer ved Afsende- og Modtageapparater, Luftnettene gjordes større og højere, og der anvendtes mere Energi til Afsendelsen. Man kom dog snart til Grænsen for den opnaaelige Telegrafafstand.

Udviklingen førtes imidlertid ind i et nyt Spor ved *Braun's* Undersøgelser i Strassburg 1898 og i Cuxhaven 1899 over Anvendelsen af lukkede Strømkredse med Leydnerflaske-Batterier og over Resonansvirkninger mellem de forskellige Strømkredse. *Braun* benyttede ved sit System saadanne lukkede Strømkredse i Forbindelse med et Luftnet.

Medens man tidligere ikke kunde forhindre Forstyrrelser fra fremmede Stationer, aabnedes her en Mulighed for at opnaa en *Afstemning* mellem sammenhørende Stationer, og man blev ligeledes i Stand til at udsende større Energi-mængder, $\propto$ forøge Telegrafafstanden. De *Braun'ske* Principper ere optagne ved Størsteparten af de nuværende Systemer.

Med de *Braun'ske* Undersøgelser begyndte først den egentlige, maalbevidste Udvikling i Telegraferingen uden Traadforbindelse, og Bestræbelserne have siden været rettede paa — ved Hjælp af matematiske Beregninger og praktiske Erfaringer — at foretage tekniske Forbedringer og paa at hidføre en saa god *Afstemning* som muligt.

Hertil maa henregnes de i den nyere Tid af *Braun, Marconi, de Forest* o. fl. foretagne Forsøg paa at anvende en Telegrafering i bestemte Retninger.

Medens de elektromagnetiske Bølger ved de hidtilværende Systemer blive frembragte ved Gnistudladninger, er man i den nyeste Tid slaaet ind paa en anden Vej, der synes at love betydelige Fremskridt.

Duddell havde i Aaret 1900 paavist, at der frembringes elektriske Svingninger af en brændende Jævnstrøms-Lysbue, hvortil er shuntet en passende Kapacitet i Serie med en Selvinduktion. Ved en bestemt Buelængde var Buen i Stand til at give en høj Tone. Lignende Resultater ere opnaaede af Tyskeren *Simon* (den syngende Buelampe). Det største Sving-

ningstal, som man paa denne Maade kunde fremskaffe, var dog for lavt til, at Svingningerne kunde anvendes ved Telegrafering.

Som foran omtalt opnaaede den danske Ingeniør *Valdemar Poulsen* at forøge Svingningstallet ved at holde Lysbuen brændende i Brint eller Gas og i et Magnetfelt samt ved at benytte Kobber-Kul Elektroder. De frembragte elektriske Svingninger ere stedsevarende og give de saakaldte *udæmpede* Bølger, i Modsætning til de ved Gnistudladninger frembragte Bølger, der udsendes stødvis, og som hurtigt dø bort, da der ikke tilføres dem ny Energi.

Poulsen's System har aabnet en Mulighed for, at større Telegrafafstande og bedre Afstemning kan opnaaes, ligesom det har banet Vejen for en Telefonforbindelse uden Traad. —

Man har hidtil anvendt meget forskellige Betegnelser for Telegrafering uden Traad (foruden dette Navn saadanne Benævnelser som Gnisttelegrafi, Bølgetelegrafi, Rumtelegrafi m. fl.) Paa den internationale Gnisttelegraf-Konference, som afholdtes i Berlin 1906, vedtoges det fremtidigt at benytte Ordet *Radiotelegrafi* som en fælles Betegnelse for al elektrisk Telegrafering, der foregaar uden Traadforbindelse mellem Stationerne og uanset det benyttede System.

Radiotelegrafen har særlig faaet Betydning ved Telegrafering mellem Skibe og Kyststationer og mellem Skibe indbyrdes. De Regler og Bestemmelser, som vedtoges paa ovennævnte Konference, tage derfor kun Sigte paa denne Telegrafering. For Skibsstationer reglementeredes en Bølgelængde af 300 m og for Kyststationer 300 eller 600 m, medens Krigsskibsstationer og lignende militære Stationer ere henviste til at benytte Bølgelængder fra 600—1500 m (ved militær Telegrafering).

Radiotelegrafering mellem Landstationer vinder imidlertid ogsaa mere og mere frem, navnlig hvor Forholdene vanskeliggøre en Benyttelse af Traadtelegrafen.

Med Hensyn til de Telegrafafstande, som kunne opnaaes, er der i og for sig ingen Grænse, da det for største Delen kun er et Spørgsmaal om Energi, Mastehøjde o. lign. Man har telegraferet paa Afstande af 3000 km og derover. Ifølge

de seneste Meddelelser fra *Marconi* er det muligt at radio-telegrafere mellem England og Amerika.

De Telegrafafstande, som ere anførte i Bogen, ere væsentligst opgivne af de forskellige Fabrikant-Firmaer, og det maa stadig erindres, at man for at kunne drage en kritisk Sammenligning mellem forskellige Systemers Godhed bør have Oplysning bl. a. om Energiforbrug, Mastehøjder, Bølgelængder, Jordbundsforhold, Vejrforhold etc. Disse Oplysninger savnes næsten altid, og findes de ikke, bør man derfor være varsom med at uddrage Slutninger om ét Systems Fortrin frem for et andet.

Marconi.

89. De første Apparater, hvormed *Marconi* i Aaret 1896 foretog sine Forsøg i London over ca. 2 km Afstand, bestode af en *Right's* Oscillator (Fig. 158,a), der var forbundet med den sekundære Vikling af Induktoren I , hvis primære Vikling forsynedes med Strøm fra Batteriet B_A , naar Nøglen N blev paa-virket. Afbrydningerne i Primærkredsen skete ved Hjælp af en lille Kontaktcylinder A , som bevægedes af en Elektromotor. Oscillatoren var forbundet med to Metalplader M , der skulde tjene til at forbedre Udstraalingen.

Ved Modtageapparaterne anvendtes ligedes to Metalplader M (Fig. 158,b), der vare forbundne med Kohærerer K . Den befandt sig i en Strømkreds med Batteriet B_K og Relaiset R , som sluttede Lokalstrømkredsen, hvori fandtes Batteriet B_M , Morseapparatet S og Bankeren B .

Ved efterfølgende Forsøg viste det sig, at en betydelig større Telegrafafstand opnaaedes, naar den ene Plade erstattedes med en Jordforbindelse og den anden førtes til Vejrs, idet Telegrafafstanden først og fremmest ahang af Traadens Højde over Jorden, mindre af Pladens Størrelse.

Strømløbet ved Afsende- og Modtagestationen fik derved det i Fig. 159,₁₋₂ viste Udseende.

Denne Anordning maa betegnes som det *egentlige Marconi-System* (1897). I Figuren betyder L Lufttraaden, G Gnistrummet, I Induktoren med sine to Viklinger, N Telegrafnøglen, B_A , B_K og B_M Batterier, K Kohærerer, R Relaiset, B Bankeren og M Morseskriveapparatet.

Medens Kohærerer — der anvendtes ligesom nu en Vakuumb Glaskohærer — ved den ovennævnte Forbindelse var anbragt direkte i Lufttraaden, viste det sig snart, at Virkningen blev bedre, naar Kohærerer blev induktivt forbundet med Lufttraaden (1898), og der indførtes en Kondensator og Dæmpepoler i Kohærererkredsen.

Fig. 191,2, Side 305, viser Strømløbsskemaet. *d* ere Dæmpepoler, *C* Kondensatoren og *T* Transformatoren; de øvrige Betegnelser gælde som ovenfor.

Marconi opnaaede gode Resultater ved at erstatte Lufttraaden med to koncentriske Zinkcylindre, af hvilke den ene blev direkte forbundet med *Jord* og med Gnistrummet, medens den anden gennem en Selvinduktionspol blev forbundet med den anden Side af Gnistrummet (Fig. 160). Med en Cylinderhøjde af 1,25 m og en Diameter af ca. 1 m

opnaaedes Forbindelse paa indtil 50 km Afstand. Zinkcylinderens Højde over Jorden var ca. 7 m. Denne Anordning har været anvendt ved transportable Stationer.

Imidlertid skete en stor Forandring i hele Systemet væsentlig paa Grundlag af *Braun's* Forsøg med og Teori om Resonans og lukkede Svingningskredse. I Fig. 161,1—2 er vist et Strømskema efter det omændrede System. Som Luftnet benyttedes een eller flere parallelle Traade, ophængte lodret eller næsten lodret (ved Skibsstationer udspændte mellem Masterne og med nedløbende Traade). Forneden anbragtes en variabel Selvin-

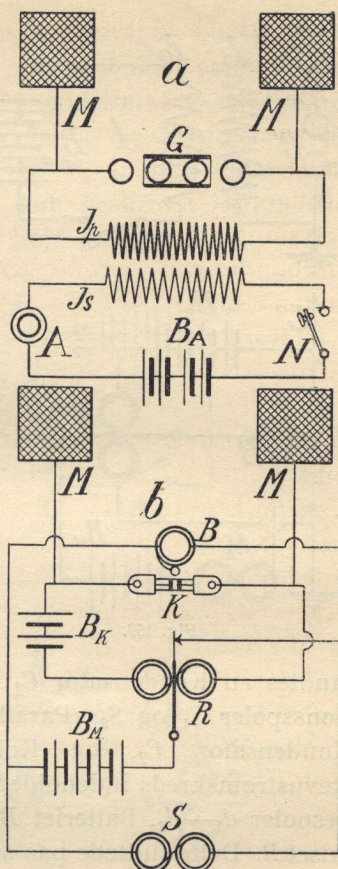


Fig. 158.

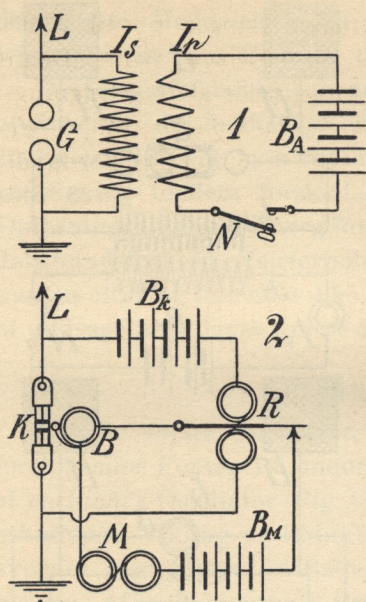


Fig. 159.

findtes en Kondensator C_1 ; endvidere to variable Selvinduktionsspoler S_1 og S_2 . Parallelt til Kohærerens Jævnstrømskreds indeholdt to Dæmpespoler d_1 — d_2 , Batteriet B_K og Relaiset R . Dette sluttede paa sædvanlig Maade en Lokalstrømkreds til Morse-skriver og Banker.

Som Detektor benyttedes den i § 37, Side 125, omtalte Vakuüm-Kohærer, og den i § 37, Side 132, beskrevne magnetiske Detektor i Forbindelse med Telefon.

Ved meget store Stationer (f. Eks. Poldhu) anvendes en noget afvigende Forbindelse ved Afsenderen. I Fig. 162 er vist et Strømskema. W er en Vekselstrømsmaskine (2000 V · 25 A),

duktionsspole S , og gennem den sekundære Vikling T_s af en Transformator var Luftnettet forbundet med *Jord*. Frembringerkredsen dannedes af den primære Vikling T_p , Kondensatoren C og Gnistrummet G . Parallelt til dette var anbragt Induktoren I .

Ved Hjælp af en Omskifter kunde det samme Luftnet anvendes til Afsender og Modtager. I Modtageren benyttedes en Afstemningsspole S og en Transformator T , parallelt forbundet med en mindre Kondensator C . I Kohærerens Svingningskreds var den sekundære Spole delt i to Afsnit, og imellem disse

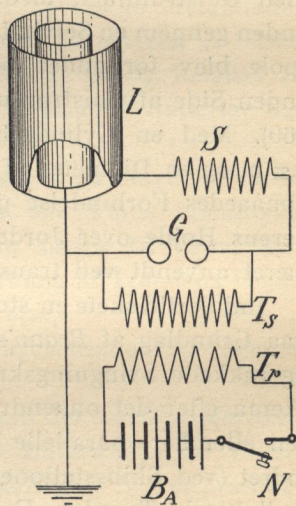


Fig. 160.

hvis Spænding ved en Transformator bringes op til 20 000 Volt (efter andre Opgivelser til 60—100 000 Volt). Denne Spænding forøges yderligere ved Anvendelse af to Svingningskredse med hver sin Kondensator $C-C_1$ og Gnistrum $G-G_1$. Den anden Svingningskreds er ved T_2 induktivt forbundet med Luftnettet. Dette har Form som beskrevet i § 28, Side 97 og er udspændt mellem 60 m høje Taarne.

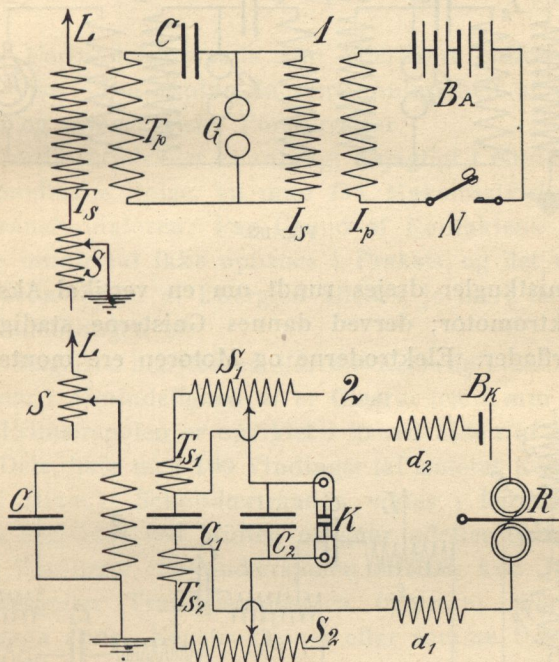


Fig. 161.

Den Transformator, der overfører Svingningerne fra Frembringerkredsen til Luftnettet, er af *d'Arsonval's* Konstruktion. Den bestaar af en kvadratisk, paraffineret Træklods med Side-længden 30 cm, hvormed er viklet nogle faa tykke Primærvindinger. Sekundærspolen befinder sig over Primærviklingen og er foroven forbundet med den variable Selvinduktion, forneden er den forbundet med *Jord*. Hele Transformatoren befinder sig i et Petroleumsbad.

Kondensatorerne i Frembringerkredsen have en Kapacitet paa 1 Mf og bestaa hver af 20 Elementer; hvert Element er dannet af 20 Plader (*Franklin'ske Tavler*), der paa begge Sider ere belagte med Staniol (900 cm²). Hvert Element staar i udkogt Linolie.

Gnistrummet er af *Fleming* givet en særlig Konstruktion.

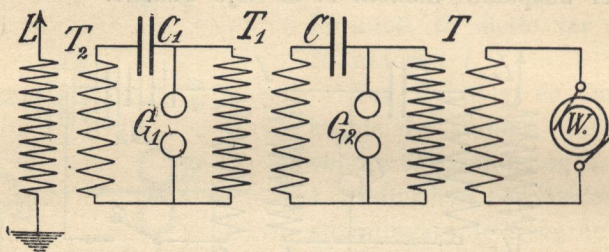


Fig. 162.

Begge Gnistkugler drejes rundt om en vertikal Aksel af en lille Elektromotor; derved dannes Gnisterne stadig mellem nye Overflader. Elektroderne og Motoren ere monterede paa

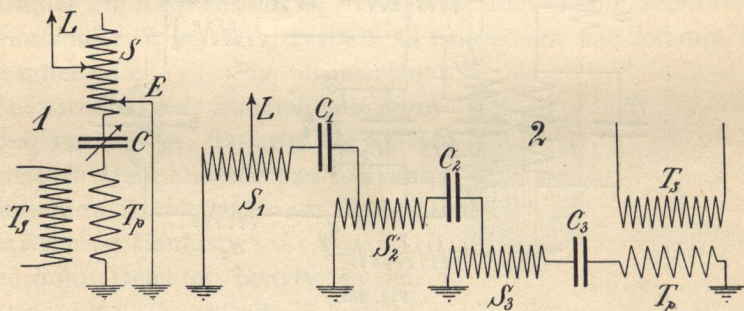


Fig. 163.

smaa Slæder, saa at Gnistlængden let kan forandres. Hele Gnistrummet er indelukket og sættes under Tryk, hvorved Ladespændingen kan forøges. (Iøvrigt *Fessenden's Patent*).

Ved den nyeste Modtageranordning søger *Marconi* dels at opnaa en nøjagtig Afstemning, dels at hindre de atmosfæriske Forstyrrelser. Fig. 163,₁ viser Forbindelsen. Luftnettet L med Afstemningsspolen S , Kondensatoren C og Primærspolen T_p

er forbundet med *Jord*. Den sekundære Spole T_s fører til Detektoren. Ved Afstemningen borttages Traaden *E*. Naar Svingningskredsene ere afstemte til den ønskede Bølgelængde, forbindes *E* atter, og Tilknytningspunktet forandres, indtil man faar de bedste Tegn, $\circ$: *E* er da anbragt i et Knudepunkt. Træffes Luftnettet af Svingninger med andre Bølgelængder eller af atmosfæriske Paavirkninger, afledes disse direkte til *Jord* gennem *E*, der for disse Svingninger ikke er noget Knudepunkt.

Denne Forbindelsesmaade kan yderligere udformes som Fig. 163,₂ viser. Det skulde da være muligt helt at udelukke fremmede og atmosfæriske Forstyrrelser.

Naar Jordforbindelsen er anbragt nøjagtigt i Knudepunktet for den modtagne Bølge, vil man faa Maksimalvirkning paa Modtagetransformatoren. Paa Grund af Kontaktens Størrelse kan dette imidlertid ikke opnaaes i Praksis, og det undgaaes derfor ikke, at noget af Energien afledes, jo mere desto unøjagtigere Indstillingen er.

Til Modtagelsen benyttes en *Marconi-Kennedy* Transformator. Den bestaar i Almindelighed af et Glasrør (ca. 6 mm i Diam.), hvorpaa Primærspolen er opviklet i to ved Siden af hinanden liggende Dele, hver med 100 Vindinger (af isoleret Kobbertraad 0,37 mm i Diam.). Sekundærtraaden vikles i flere Lag, idet Viklingen begynder ved Midten og gaar udefter til hver Side med 500 Vindinger. Sekundærspolen dækker kun Halvdelen af Primærspolen (Traaddiameter ca. 0,185 mm). *Marconi* anvender ogsaa andre Konstruktioner efter samme Princip. Det angives f. Eks., at gode Resultater ere opnaaede med Transformatorer, hvor den primære Vikling bestod af 50 Vindinger af 0,7 mm tyk Traad, viklet omkring et 25 mm tykt Glasrør. Den sekundære Vikling bestaar af to Halvdele, forbundne i Midten til en Kondensator, og har 160 Vindinger i eet Lag (Traadtykkelse 0,05 mm).

I Aaret 1901 udførte *Marconi* en Del Forsøg med samtidig Afsendelse fra en Station med to Afsendeapparater og to Luftnet med forskellig Afstemning. Forsøgene lykkedes godt, hvilket derimod ikke var Tilfældet, da man prøvede at benytte samme Luftnet.

Bedre Resultater opnaaedes i Italien (1903). Man anvendte 3 Stationer. Afstanden mellem Nr. 1 og Nr. 2 var 150 km og mellem Nr. 1 og Nr. 3 300 km. Station Nr. 1 var forsynet med to Afsendere og to Modtagere med fælles Luftnet; Fig. 164,₁—₂ viser Strømløbet.

Marconi angav (1904) at have havt Forbindelse mellem 5 forskelligt afstemte Stationer og en Station med 5 Afsendere,

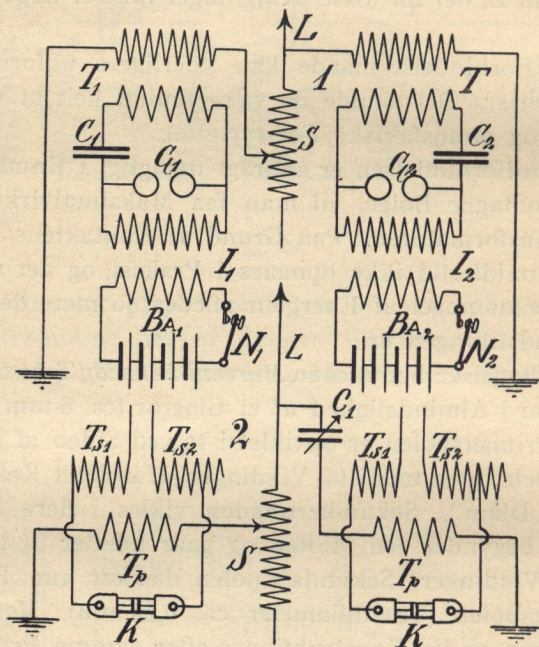


Fig. 164.

5 Modtagere og fælles Luftnet. Senere er der ikke fremkommet Oplysninger om en videre Udvikling af denne Metode.

Marconi's Forsøg med Retningstelegrafi er omtalt i § 33, Side 105.

Til Udnyttelsen af Marconi's Patenter dannedes et Selskab *The Marconi Wireless Telegraph Company, Lim., London*. Dette Firma udnytter ogsaa *Fleming's* Patenter. Selskabet bestræbte sig særligt for Organisationen og Etableringen af Radiotelegrafi mellem Kyststationer og Skibe samt mellem disse indbyrdes, og denne Gren af Selskabets Virksomhed over-

droges til et Søsterselskab *The Marconi International Marine Communication Company, Lim., London.*

Marconiselskabet gjorde endvidere Forsøg paa at radio-telegrafer fra England til Amerika. Der oprettedes to store Stationer, den ene ved *Poldhu* i England og den anden ved *Cape Cod* i New Foundland. I Aaret 1901 meddelte Selskabet, at man havde havt Forbindelse mellem Stationerne. Forsøgene fortsattes i 1902 og 1903, men det synes dog ikke at have været nogen paalidelig Forbindelse, thi videre Forsøg bleve stillede i Bero, og Stationerne benyttedes til Telegrafering ud til Skibe i Atlanterhavet. Den almindelige Rækkeevne fra disse Stationer og til Skibene (ikke omvendt) angives til over 3000 km. Nye Forsøg ere imidlertid genoptagne i 1907. To nye, kraftigere Stationer byggedes, nemlig ved *Clifden* (Irland) og ved *Glace Bay* (Nova Scotia). Stationernes Energi er ca. 350 Kwtt (3 faset Vekselstrøm, 2000 Volt), og der benyttedes en Bølgelængde af ca. 4 300 m (Vekseltal 140 000). I Slutningen af Aaret etableredes en Telegramudveksling mellem de to Stationer, og det viste sig bl. a., at Telegraferingen foregik lige saa godt om Dagen som om Natten, naar saa store Bølgelængder benyttedes. Til Afsendelsen anvendtes ca. 70 Kwtt. Selskabet opnaaede imidlertid ikke en saa paalidelig Forbindelse, at en regelmæssig Telegramudveksling kunde opretholdes, og Stationerne underkastes for Tiden nogle Forandringer, inden nye Forsøg genoptages.

Telefunken.

90. Dette System er fremkommet ved Forening (1903) af de to tyske Systemer *Slaby-Arco* og *Siemens-Braun*. Hovedtrækkene i disse oprindelige Systemer skal kortelig omtales.

a. *Slaby-Arco*. Efter at *Slaby* i 1897 havde overværet *Marconi's* Forsøg i England, foretog han samme Aar — i Forbindelse med sin daværende Assistent *Arco* — lignende Forsøg i Berlin, og af disse fremgik i 1898 Systemet *Slaby-Arco*.

Fig. 165 viser et Strømskema over Afsender og Modtager. Den øverste Ende af Lufttraaden var ikke isoleret, men forbundet gennem en Induktionsrulle *d* med *Jord*. For at for-

mindske Selvinduktionen i den egentlige Lufttraad og Jordforbindelsen anvendtes flere parallelle Traade. Parallelt til

Induktoren I 's sekundære Vikling (Fig. 165,₁) var anbragt Kondensatoren C . Den opladedes af Induktoren og blev udladet gennem Gnistrummet G og Jordforbindelsen E_2 . Man opnaaede derved at faa en større Afladningsenergi.

Ved Modtageren var Relaiset — i Modsætning til Marconi's Forbindelse — anbragt i Række med Kohærerer.

I Aaret 1900 begyndte man at arbejde med afstemte Svingningskredse. Fig. 166,₂ viser Strømskemaet over Afsenderen. Lufttraaden L forbindes over en foranderlig Selvinduktion S med Jord. Gnistrummets ene Pol var forbundet med Jord, medens den anden gennem en foranderlig Kapacitet C og Selvinduktionen S_1 knyttes til Lufttraaden.

Man benyttede i Afsenderen Hammerafbryder eller Kviksølv-Turbineafbryder.

For at opnaa den bedste Fjernvirkning blev Bølge-

længden i Svingningskredsen afstemt til Lufttraadens Svingningstid.

Modtageanordningen var en lignende (Fig. 166,₁). Der an-

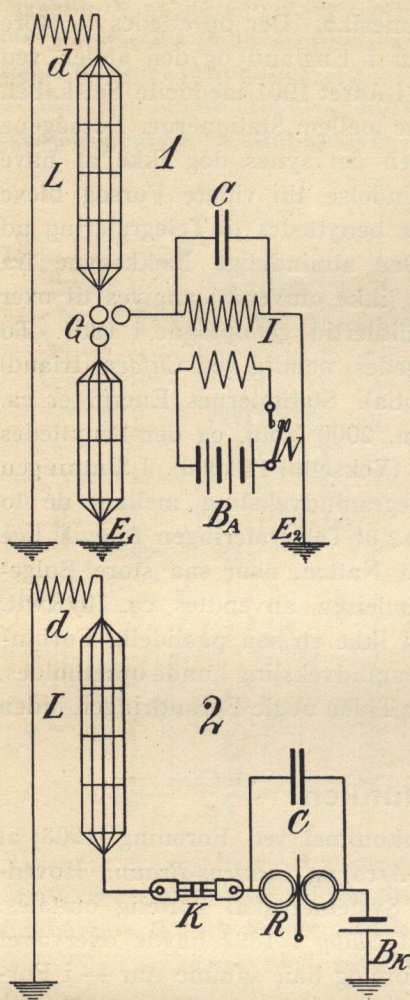


Fig. 165.

vendtes en Spole M , hvis Vikling i elektrisk Henseende svarede til Lufttraaden. Derved frembragtes en Spændingsbug, hvor Kohærerer anbragtes. Ved Hjælp af Spolen S og Kondensatoren C kunde Strømkredsen afstemmes efter Afsenderen.

Kohærerer var en Vakuump-Glaskohærer i Lighed med *Marconi's* Kohærerer.

Den ovennævnte Udførelse maa imidlertid ikke have været tilstrækkelig god, thi senere ændredes Strømskemaet for Afsenderens Vedkommende, som Fig. 166,₃ viser. Denne Forbindelse lignede fuldstændig den *Braun'ske* Svingningskreds med direkte Kobling, ligesom *Marconi's* Forbindelse lignede den *Braun'ske* Svingningskreds med indirekte Kobling. Der opstod derfor mellem de to tyske Selskaber en Patentstrid, som endte med deres Sammenslutning.

De til det danske Fyrvæsen leverede Stationer (1901-1902) vare udførte efter dette System.

b. Siemens-Braun. I Foraaret 1898 foretog *Braun* en Række Forsøg, ved hvilke

der benyttedes en Frembringerkreds med Leydnerflasker. Svingningerne førtes ikke gennem Luften, men gennem Vand og Jord. Ved disse første Forsøg opnaaedes en Telegrafafstand af ca. 3 km gennem Vand og 1,5 km gennem Jord.

Braun gik imidlertid hurtigt over til at eksperimentere med Telegrafering gennem Luften, og paa Grundlag af Beregninger og Forsøg, udførte i Forbindelse med *Siemens & Halske*, dannedes Systemet *Siemens-Braun*.

Fig. 167 viser Strømskemaet til en Afsender og Modtager. Ved Hjælp af Induktoren I frembringes Svingninger i en

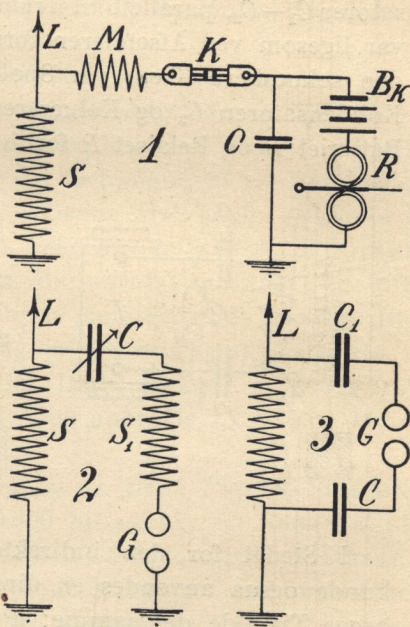


Fig. 166.

lukket Svingningskreds, bestaaende af Transformatorspolen T_p og Kondensatorerne C (Leydnerflasker). Den sekundære Vikling T_s er anbragt i Lufttraaden. Denne er ikke jordforbunden som ved de to foregaaende Systemer, men i Forbindelse med Modvægten C_L , der er af en saadan Størrelse, at de to Dele af Lufttraaden blive elektrisk lige store.

Ved Modtageren benyttedes to rækkeforbundne Kondensatorer C_1-C_2 , parallelt til Transformatoren T , og Lufttraaden var ligesom ved Afsenderen forsynet med en Modvægt C_L . I den sekundære Kreds var Spolen T_s anbragt i Række med Kondensatoren C_3 og Kohærerer K . Parallelt til denne blev Batteriet B og Relais R forbundet.

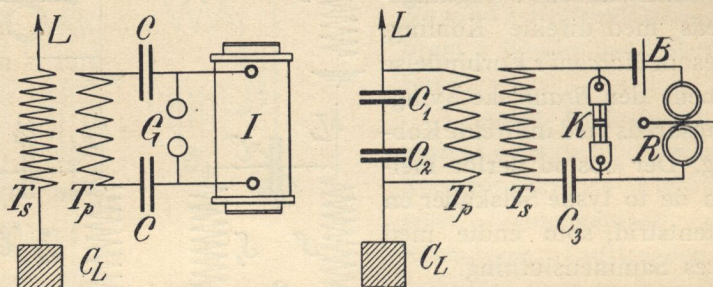


Fig. 167.

I Stedet for den indirekte Forbindelse af Lufttraaden kunde ogsaa anvendes en direkte Kobling. Princippet var i begge Tilfælde det samme: Produktet af Kapacitet og Selvinduktion i Svingningskredsene skulde nøjagtigt være det samme for at opnaa Resonans.

I Afsenderen benyttedes en *Wehnell's* Afbryder (§ 35,a, Side 117), og Leydnerflaskebatteriet dannedes af et System af mindre Flasker. Kohærerer var en Staalkohærer, som beskrevet i § 37,a, Side 126. Der anvendtes ogsaa et Høreapparat med *Koepsel's* Mikrofinkohærer (§ 37,a, Side 129).

Som tidligere berørt var Flaadens tre første Gnisttelegrafstationer indrettede efter dette System, og der etableredes nogle Stationer i Tyskland.

Trods Systemets videnskabelige Grundlag vare de praktiske

Resultater ikke særlig gode, og dette var vel nok en bestemmende Aarsag til Sammenslutningen med Systemet *Slaby-Arco*.

Det ved Sammenslutningen dannede Selskab antog Navnet *Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, System Telefunken*. Da Systemet i sin nuværende Skikkelse er udførligt beskrevet under Afsnit III, skal her kun gives en Beskrivelse af Selskabets store Telegrafstation ved den lille By *Nauen*, ca. 40 km nordvest for Berlin.

Stationen er bygget i Aaret 1906.

Luftnettet bæres af et 100 m højt Gittertaarn af Jern, trekantet i Tværsnit og med en Sidebredde af ca. 4 m. Forneden løbe de tre Sider sammen og ere forbundne til en Halvkugle af Staal, ca. 0,5 m i Diameter. Denne Halvkugle og dermed hele Taarnets Vægt hviler i et Leje, der er fastspændt — med Mellemlæg af Glimmer — til en Marmorblok, anbragt i et stort Betonfundament. Taarnet er paa denne Maade isoleret fra Jord. Det forstøttes af 3 Stag (af Jernstænger), fastgjorte i 75 m Højde og isolerede i Olie. Deres Længde er 200 m, og de ere forneden isoleret (med Træ) anbragte i 3 svære Murstensfundamenter.

Luftnettet er et Paraplynet og er vist i Fig. 58, Side 97. Det dækker en Flade paa 60 000 m² og har en Kapacitet af ca. 20 000 cm. Nettet er foroven delt i 6 Afdelinger à 9 Traade, og de ligeoverfor hinanden værende Afdelinger ere forbundne over Ruller foroven paa Taarnet, saaledes at Nettet ikke kan udsættes for ensidige Kraftpaavirkninger. De 6·9 Traade dele sig længere nede til 162 Traade. Nettet udspændes isoleret med Porcellænsruller, til U-Jern, nedgravede i Jorden. Fra Toppen af Masten fører 6·9 Traade parallelt ned langs Taarnet og ikke isoleret fra dette, saaledes at Taarnet indgaar i Svingningskredsen.

Jordnettet, der indtager et Areal af 126 000 m², har 324 galvaniserede Jerntraade, der ere straaaleformet nedpløjede i i ca. 0,25 m Dybde. Ved Stationshuset forene de sig og føres samlede ind i Højspændingsrummet.

En 25 Kwtt enfaset Vekselstrøms Generator (50 Perioder)

leverer Strøm gennem 4 Dæmpespoler til 4 rækkeforbundne Transformatorer.

I Frembringerkredsen findes 360 store Leydnerflasker (à 10 000 cm), der ere ordnede i 3 Rækker med hver 120 parallelforbundne Flasker. Den samlede Kapacitet er ca. 400 000 cm.

Frembringerspolen dannes af et spiralopviklet, forsølvet Kobberør (ca. 40 mm i Diam) og har to forskydelige Kontakter til Variation af Bølgelængde og Koblingsgrad.

Gnistrummet dannes af ringformede Zinkelektroder (ca. 0,5 m i Diam). Den største Gnistlængde er ca. 30 mm.

Strømstyrkens største Værdi i Frembringerkredsen er beregnet til ca. 400 000 Amp ved en Koblingsgrad af ca. 4 %.

Modtageapparaterne, der ere samlede i et særligt, fra Højspændingsapparaterne adskilt Rum, ere ligesom de i Fig. 111, Side 167 beskrevne. Afsendernøglen slutter dog ikke Strømmen direkte til Induktoren, men til et Relais, der kortslutter den primære Induktorvikling og samtidigt de primære Dæmpespoler. Omskiftningen fra Afsendelse til Modtagelse (og omvendt) sker

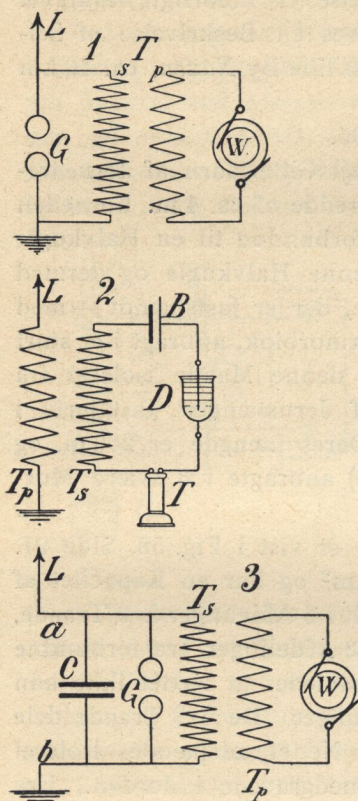


Fig. 168.

ved et Haandtag, som gennem et isoleret Snoretræk er i Forbindelse med en Omskifter i Højspændingsrummet. Den almindelige Bølgelængde er over 2000 m.

Ved Forsøg, afholdte med Telegrafering til Skibe (1906), har man i disse modtaget med Skriveapparat ud til én Afstand af ca 1800 km, med Høreapparat ud til ca. 2800 km.

Stationen er i 1907 underkastet enkelte Forbedringer, og det angives, at ved en Prøve med et Skib paa Vej til Amerika har man om Bord i Skibet modtaget ud til ca. 5000 km Afstand fra *Nauen*.

Af andre større *Telefunken*-Stationer med ca. 2000 km Rækkeevne findes Stationer ved *Norddeich* (ved den hollandske Grænse), ved *St. Petersborg* og ved *Vladivostok*.

De Forest.

91. Det af *Lee de Forest* dannede System anvendes af Selskabet *American de Forest Wireless Telegraph Company*. Det opviser ingen særlige Afgivelser fra de foran omtalte Systemer. Der benyttes en elektrolytisk Detektor og Telefon. Morseskriveapparat anvendes ikke.

Det oprindelige System var ikke indrettet paa afstemt Telegrafi. Afsenderen (Fig. 168,₁) bestod af en Vekselstrømsmaskine *W* med meget stort Periodetal. Den leverede Strøm til en Transformator *T*, hvis sekundære Vikling indeholdt Gnistrummet *G*, hvortil Luftnettet og Jordforbindelsen var knyttet.

Modtageren (Fig. 168,₂) bestod af den jordforbundne Lufttraad *L*, hvori var anbragt den primære Vikling *T_p* af en Transformator, hvis sekundære Vikling *T_s* var i Forbindelse med Batteriet *B*, den elektrolytiske Detektor *D* og Telefonen *T*.

Afsenderen havde altsaa en simpel *Marconi*-Forbindelse og Modtageren den *Braun'ske* Anordning med indirekte Kobling.

Ved større Stationer anvender *de Forest* en Forbindelse som vist i Fig. 168,₃. *W* er en Vekselstrømsmaskine, *T* en Transformator, hvis Sekundærvikling — i Forbindelse med Gnistrummet og den parallelforbundne Kondensator *C* — danner den egentlige Frembringerkreds. Fra denne føres to parallelle Traade *C—a* og *C—b*, hvis Længde skal være lig den halve Bølgelængde. Ved Traadenes Endepunkter *a* og *b* anbringes Luftnettet og Jordforbindelsen. Da det ofte er ubekvem (f. Eks. i Skibe) at anbringe de to lange, parallelle Traade, kunne de erstattes med et i Spoleform opviklet Ka-

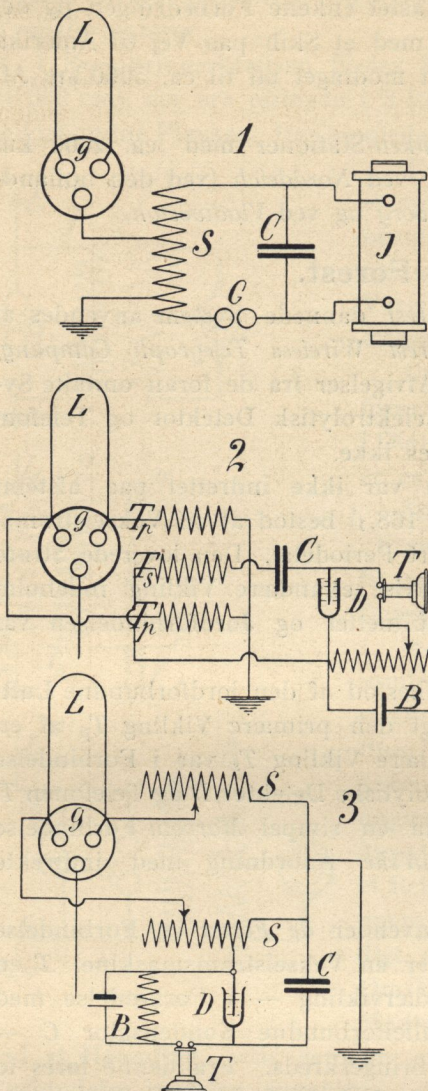


Fig. 169.

bel, der indeholder to ved Siden af hinanden liggende isolerede Traade.

Spændingen mellem Gnisteledroderne angives til ca. 25 000 Volt.

Ved mindre Stationer anvendes ved Afsenderen en Forbindelse som Fig. 169,₁. Der benyttes et Sløjfenet med to smaa Gnistrum *g*.

Modtageren benyttes enten med induktiv Kobling (Fig. 169,₂) eller med direkte Kobling (Fig. 169,₃).

Svingningskredsen afstemmes ikke til den Bølgelængde, der udsendes fra Afsenderen, men der frembringes staaende Bølger i en lukket Kreds, der paa et Sted er forbundet med Jord, og som har en Bølgelængde, der er et eller andet Multiplum af den Bølgelængde, der skal modtages. Ved at forandre Induktionen og Kapaciteten kan man forandre Strømbugens Beliggenhed saaledes, at den

netop fremkommer, hvor Detektoren er anbragt.

Luftnettet, hvis almindelige Højde ved Landstationer er ca. 60 m, bestaar hyppigst af 5 parallelle Traade i ca. 3 m's

indbyrdes Afstand; de ere metallisk forbundne foroven. De fire Traade ere forneden i Forbindelse med hverandre og forbundne med en lille Metalkugle i det todelte Blokerings-gnistrum. Den femte Traad er forbundet med en anden Metalkugle i Gnistrummet. En tredje Gnistkugle er i Forbindelse med Afsenderen. Ved Afsendelse springe Gnister

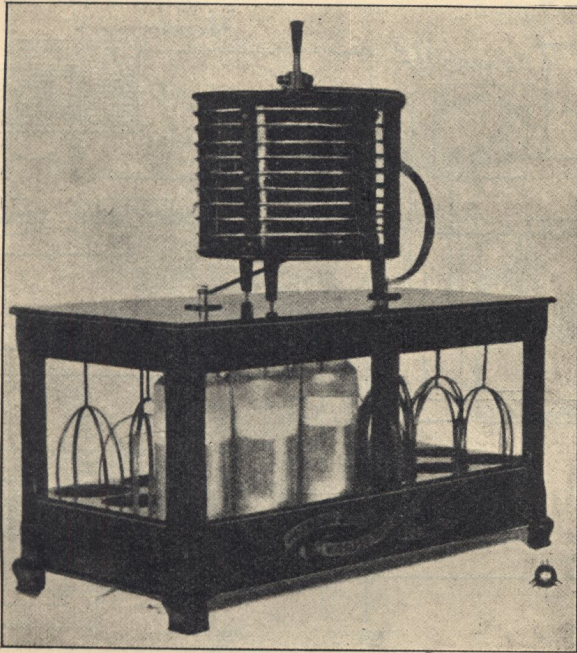


Fig. 170.

over begge Gnistrum, saa at de fem Traade ere parallelforbundne. Ved Modtagelse er den femte Traad derimod forbundet i Række med de andre Traade.

Fig. 170 viser en Frembringerkreds og Fig. 171 et Strømløbsskema til en Skibsstation. Saadanne Stationer findes bl. a. i nogle af *Det forenede Dampskibs-Selskab's* og *Det østasiatiske Kompagni's* Skibe. *

Ved *de Forest's System* tilstræbes ingen fuldkommen Afstemning, og der anvendes en meget stor Energi. Systemet

* Det er Hensigten at erstatte disse Stationer med andre efter *Poulsen's System*.

maa dog henregnes til de afstemte Systemer, da Telefonen kræver en ret nøjagtig Indstilling for at kunne virke.

Som berørt i § 33 eksperimenterer de Forest ogsaa med Retningstelegrafi, uden at noget praktisk Resultat dog vides at være opnaaet.

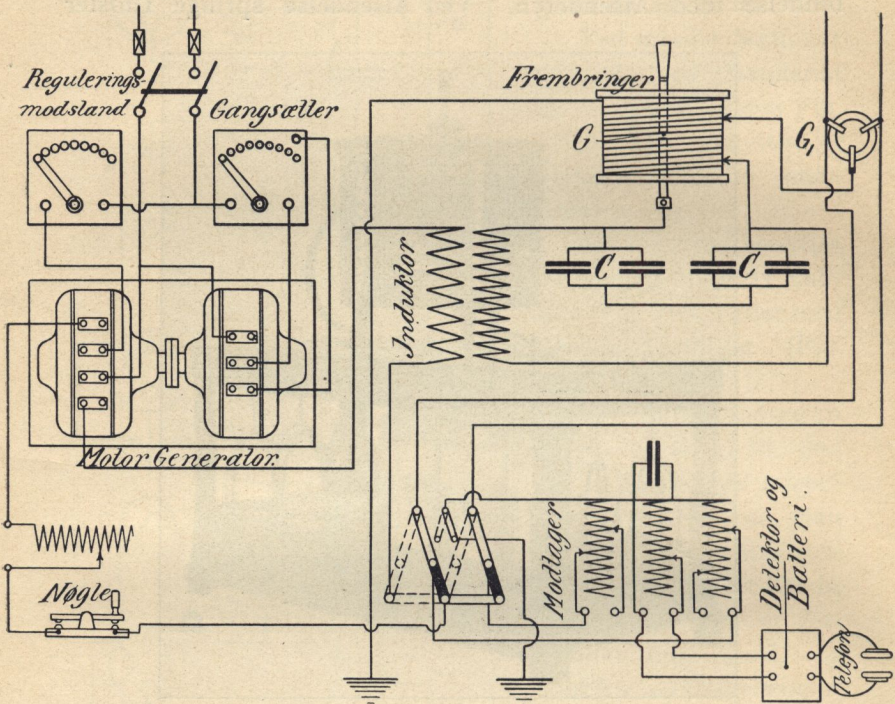


Fig. 171.

Fessenden.

Fessenden's Patenter udnyttes af Selskabet *National Electric Signalling Co.*, og Systemet fremgaar af Fig. 172,₁₋₂. Jordforbindelsen er anbragt mellem Gnistrummet og Kapaciteten. Dette giver Luftnettet Forbindelse med Jord gennem Kondensatoren eller Gnistrummet, medens de fleste andre Systemer benytte en direkte Forbindelse med Jord og en Forbindelse gennem Kondensator og Gnistrum.

Fessenden's 2 Kwtt's Skibsstationer ere forsynede med

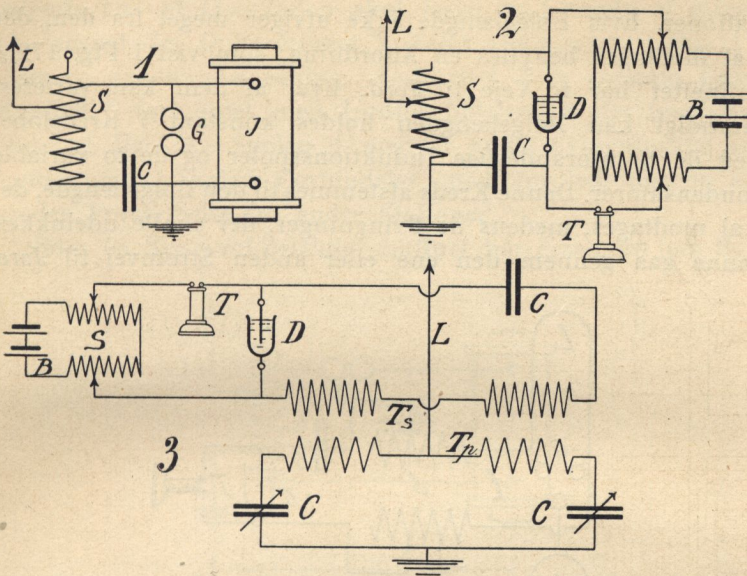


Fig. 172.

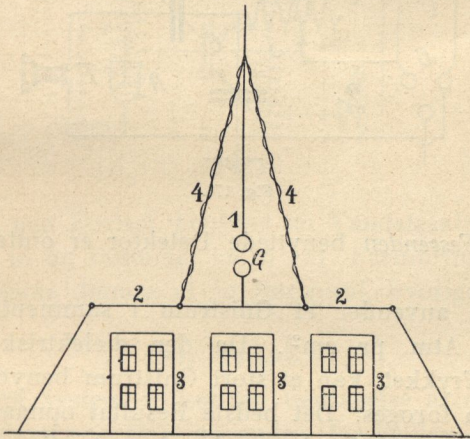


Fig. 173.

Kondensatorer, dannede af Staniol og Glas eller Glimmer i Paraffin eller sammentrykket Luft.

Modtageren har fast Kondensator og variabel Selvinduktion. Hvis det ønskes at forhindre Forstyrrelser fra andre

Stationer, hvis Bølgelængde ikke afviger meget fra den, der skal modtages, benyttes en Anordning, som vist i Fig. 172,3. Luftnettet har to Veje til *Jord*; hver af dem kan varieres. Samtidigt kan Bølgelængden holdes konstant i Kredsløbet med de to uforanderlige Induktionsspoler og de to variable Kondensatorer. Denne Kreds afstemmes til den Bølgelængde, der skal modtages, medens de Svingninger, der skulle udelukkes, kunne gaa gennem den ene eller anden Strømvej til *Jord*.

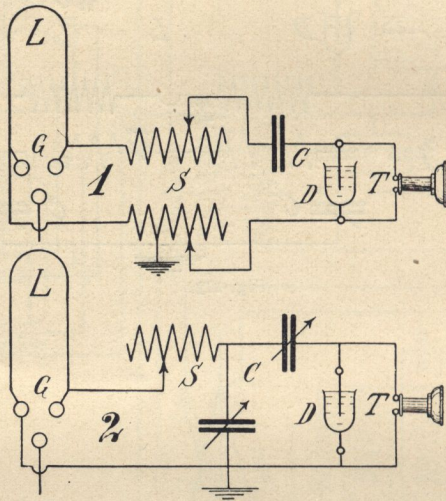


Fig. 174.

Den af *Fessenden* benyttede Detektor er omtalt i § 37,d, Side 133.

Fessenden anvender et Gnistrum i sammentrykket Luft eller Gas (5 Atm. pr. cm^2). Da den dielektriske Modstand stiger med Trykket, kan et stort Gnistrum benyttes, uden at Dæmpningen forøges. Det bedste Resultat opnaaes, naar den ene Elektrode er spids, den anden formet som en stor Plade. Ved at benytte denne Anordning opnaaedes ved en Mastehøjde af 7,5 m en Telegrafafstand paa 180 km.

Fessenden angiver, at det er af stor Betydning, at den Overflade, langs hvilken Bølgerne skulle bevæge sig, er en god Leder, navnlig i Nærheden af Stationen. Denne godt-

ledende Del af Overfladen skal have en Længde af mindst $\lambda/4$, regnet fra Gnistrummet i Telegrafretningen. Fig. 173 viser en saadan Anordning. Luftnettet 1 er gennem Gnistrummet G forbundet med Jordforbindelsen 2, der føres over Huse el. lign. 3. Spolen 4 med et andet Svingningstal end Lufttraaden 1 skal i Forbindelse med Jordledningerne forhindre Forstyrrelse fra andre Stationer.

Som en Slags midlertidigt Luftnet har *Fessenden* (om Bord

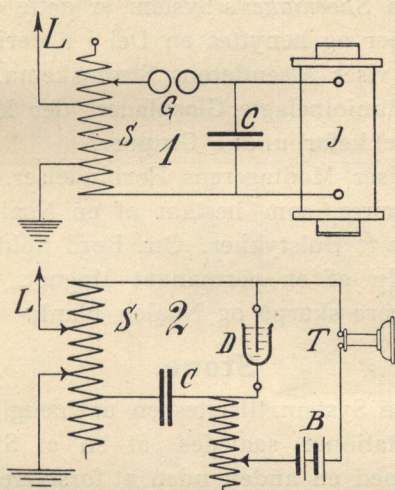


Fig. 175.

i Skibe og paa Forter) benyttet en Vandstraale, hvis Højde var ca. 50 m og Diameter ca. 5 cm. Frembringerspolen maa i dette Tilfælde dannes af en Rørspiral, hvorigennem Vandet pumpes.

Shoemaker.

93. Dette System er kun en Gentagelse af de almindeligt kendte Systemer. Der anvendes forskellige mindre Forbedringer, og Systemet har vundet en Del Udbredelse i Amerika.

Afsenderen har samme Forbindelse, som benyttes af *de Forest* (Fig. 169,1). Der benyttes Leydnerflasker, som ere aabne i begge Ender, hvorved en god Ventilation fremskaffes.

Fig. 174,₁₋₂ viser Modtageanordninger, der ere lignende de af *de Forest* anvendte. Der benyttes en elektrolytisk Detektor, som selv er i Besiddelse af en EMK (0,7 V), idet Elektroderne dannes af Platin og Zink i en 20 % Svovlsyreopløsning. Der behøves derfor intet Batteri.

Luftnettet er et Sløjfenet med todelt Gnistrum.

Massie.

94. Ligesom *Shoemaker's System* er dette en Efterligning af andre Systemer og benyttes en Del i Amerika.

Figur 175,₁ viser Afsenderens Strømskema. Kondensatoren dannes af staniolbelagte Glasplader, der kunne samles i parallel- eller rækkeforbundne Grupper.

Fig. 175,₂ viser Modtagerens Forbindelser. Der benyttes en Mikrofonkohærer, som bestaar af en Naal, anbragt i let Berøring mellem to Kulstykker. Om Bord holdes Naalen paa Plads ved Hjælp af en permanent Magnet. Kulstykkernes Kanter skulle være skarpe og Naalen blank.

Stone.

95. Ved dette System tilsigtes en uafhængig Telegrafering mellem flere Stationer saaledes, at en af Stationerne kan korrespondere med en anden uden at forstyrre de øvrige eller blive forstyrret af disse. Der anvendes kun harmoniske Bølger med bestemt Vekseltal.

Selv om en Svingningskreds med Selvinduktion og Kapacitet har en bestemt Egensvingning, findes dog altid elektro-

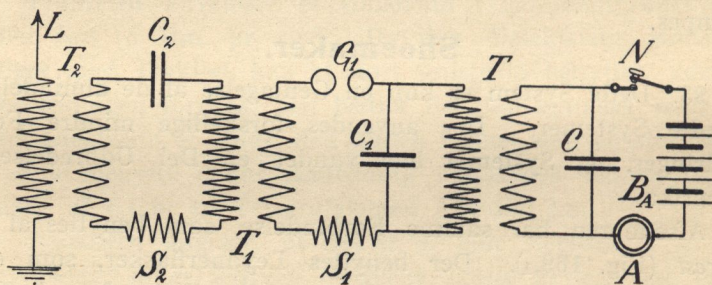


Fig. 176.

motoriske Kræfter med andre Vekseltal, som virke paa Svingningskredsen. Ere to Svingningskredse induktivt sammenkoblede, forandres Egensvingningen; Ændringen er dog ubetydelig, naar de to Kredses Selvinduktion er meget stor i Forhold til den gensidige Induktion.

De elektromotoriske Kræfter med andre Vekseltal tabe derfor i Styrke ved at overføres til en anden Svingningskreds,

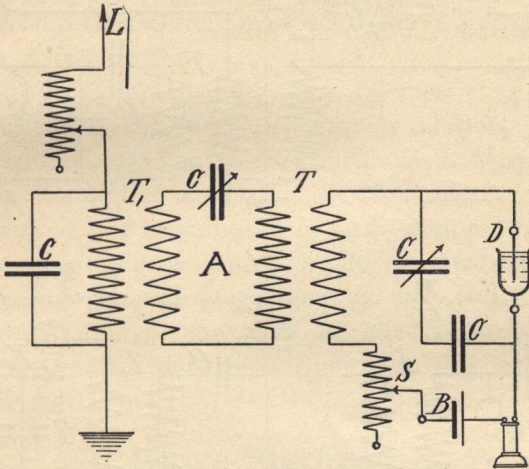


Fig. 177.

og ved at anvende flere Kredse ville Svingningerne saa at sige filtreres, hvorved man til Slut har en fuldstændig ren Svingning.

Fig. 176 giver et Strømskema over Afsenderen. Fra Strømkilden B_A sendes Strøm gennem Nøglen N og den automatiske Afbryder A til Transformatoren T med Parallelkondensatoren C . Sekundærkredsen har Gnistrummet G_1 , Kondensatoren C_1 , Selvinduktionsspolen S_1 og Transformatoren T_1 . De ved Gnistudladningerne frembragte Svingninger inducere lignende Svingninger i en tredje Kreds med Kondensator C_2 , Selvinduktionsspole S_2 og Transformator T_2 , hvis sekundære Vikling er forbundet med Lufttraaden og med Jord.

En saadan tredje Kreds har i Praksis vist sig at være tilstrækkelig til at frembringe rene Svingninger.

Modtagerens Strømskema er vist i Fig. 177. Der findes en variabel Kondensator i Parallel til Lufttraadens Transfor-

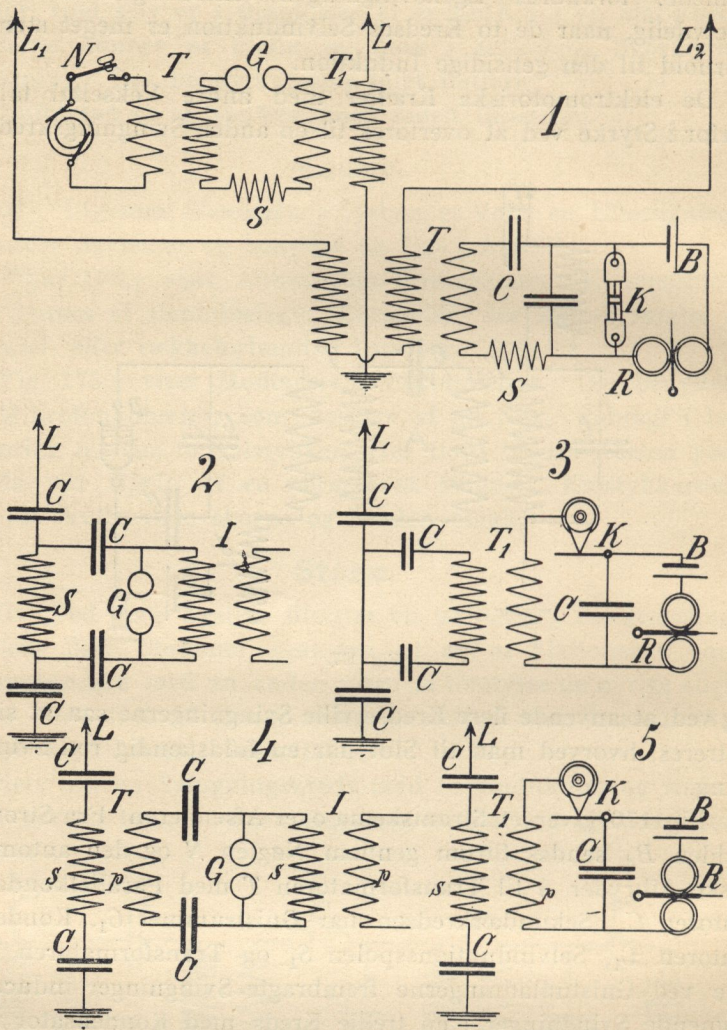


Fig. 178.

matorspole. Der benyttes en elektrolytisk Detektor af lignende Konstruktion som de tidligere beskrevne. Ønskes

ingen skarp Afstemning, kan Detektoren ved en særlig Anordning indsættes i Kredsen A.

Til Forstærkelse af Udstraalingsevnen fra Luftnettet benyttes et Jordnet, ordnet som et Edderkopspind, omkring Luftnettet og forbundet med dette. Nettet skal have en Radius, som svarer til $\lambda/4$. (Lignende *Fessenden's Patenter*).

For at undgaa de høje Luftnet har man forsøgt at benytte en stor, cirkelformet Metalplade, anbragt parallelt med Jordoverfladen. Diametren maa være stor i Forhold til Pladens Afstand fra Jorden.

Blandt nyere Forbedringer kan nævnes et Forsøg paa samtidig Afsendelse og Modtagelse fra en Station. Fig. 178,₁ viser Strømløbet. Den midterste Lufttraad L benyttes til Afsendelse, de to andre, L_1 og L_2 , til Modtagelse. Under Afsendelse induceres Svingninger i L_1 og L_2 , som ere fuldstændig ens i Fase og Amplitude, men da de ere modsatrettede, er deres Virkning paa Modtageapparatet lig Nul. Modtage-nettene kunne derved paavirkes af alle Svingninger (med samme Bølgelængde), der træffe Stationen, dog undtagne de, der befinde sig i Planet $L_1 - L - L_2$.

Lodge-Muirhead.

96. Lodge og Muirhead (*The Lodge-Muirhead Wireless and General Telegraphy Syndicate, Lim.*) anvender et afstemt System, der udsender forholdsvis svagt dæmpede Svingninger med høj Spænding og skarpt begrænsede Svingningstal.

I Fig. 178,₂₋₅ er vist to forskellige Strømskemaer over Afsenderen og Modtageren. I Luftnettet er indsat to Kondensatorer C , og Nettet har Jordforbindelse. For at forbedre Udstraalingsevnen anvendes forneden to store, kegleformede Metalplader udenom Lufttraaden.

I Modtageren benyttes den i § 37, Side 38, omtalte *Skivekohærer* (K i Fig. 178,₃ og 5).

Ved de nyere Stationer benyttes ingen Jordforbindelse, men derimod elektrisk Modvægt, og Luftnettet er formet som en stor, vandret Netflade.

Fig. 179,₁ viser et Strømskema over Afsenderens og Mod-

tagerens Forbindelser. Der benyttes et flerdelt Gnistrum. Ved andre Stationer anvendes et Gnistrum lignende *Fleming's* Konstruktion, γ : med roterende Elektroder og under Tryk.

I Modtageren anvendes en Skivekohærer *K*. I Stedet for Relais og Morseskriver benyttes en saakaldet *Sifon-* eller *Hævertskriver M*. Kohærerstrømmen sendes gennem Vindingerne paa en Traadramme, som er ophængt i et permanent magnetisk Felt. Strømmen forårsager, at Rammen drejes

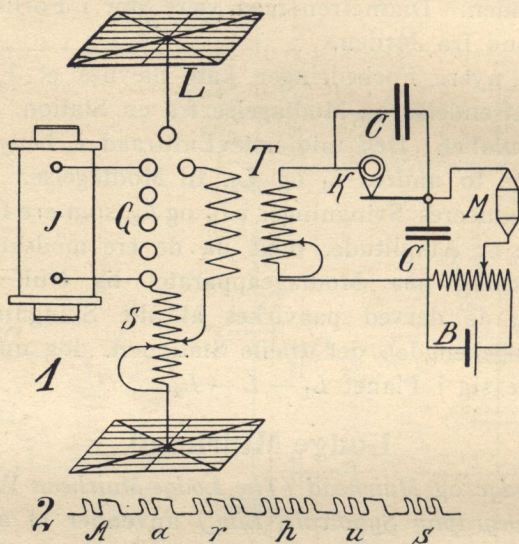


Fig. 179.

lidt ud fra sin Hvilestilling. Denne Bevægelse overføres fra Rammen gennem to Silketraade til en lille Glashævert, hvis ene Ende dypper ned i en Anilinopløsning, medens den anden Spids rører ved Papirstrimlen. Er Kohærerens uledende, fremkommer paa Strimlen en uafbrudt Streg. En lille Bevægelse af Rammen overføres til Hævertspidsen, hvorved der fremkommer en Skrift, som vist i Fig. 179,2.

Til at regulere Spændingen ved Kohærerens benyttes et Potentiometer (0,03—0,05 Volt).

Efter *Lodge-Muirhead's* System er udført enkelte større Stationer og nogle transportable Stationer til Militærbrug.

Maskelyne.

97. Ved dette System anvendes Sløjfenet til at udstraale og opfange de elektriske Svingninger. Fig. 180,₁—₂ fremstiller Afsenderens og Modtagerens Strømskemaer.

Som Detektor benyttes en Kohærer (kaldet *Konjunktur*), som beskrevet Side 128. Ved Hjælp af en Banker gøres Kontakterne uledende efter Bestraalingen.

King.

98. Til Opladning af Frembringerkredsens Kondensatorer benyttes ved *James Foster-King's* System hverken Veksel-

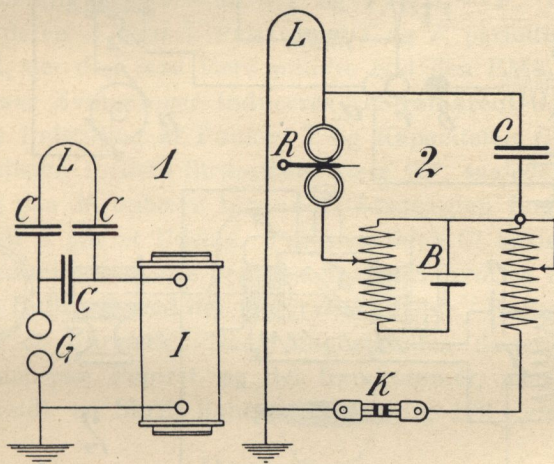


Fig. 180.

strøm eller Induktor, men derimod Jævnstrøm af meget høj Spænding, som direkte tilføres Kondensatorerne. Udladningen er nemlig altid svingende, uanset Strømkildens Art.

Fig. 181,₁ viser et Strømskema over Afsenderen. *D* er en Jævnstrømsmaskine, som er forbundet med Selvinduktions-spolerne S_1 — S_2 , der atter staa i Forbindelse med Gnistelektroden *a* og med Vægtstangen *V* med sin Gnistelektrode *C*. Ved at paavirke Nøglen *N* tiltrækkes Magneten *M*'s Anker, og Strøm sluttes til Magneten *O* saaledes, at Vægtstangen *V* (Ankeret) og Gnistelektroden *C* bevæges til venstre mod den

trede Gnistelektrode b . I Hvilestilling er Maskinen kortsluttet, og Spændingen mellem a og b er Nul, men idet V hur-

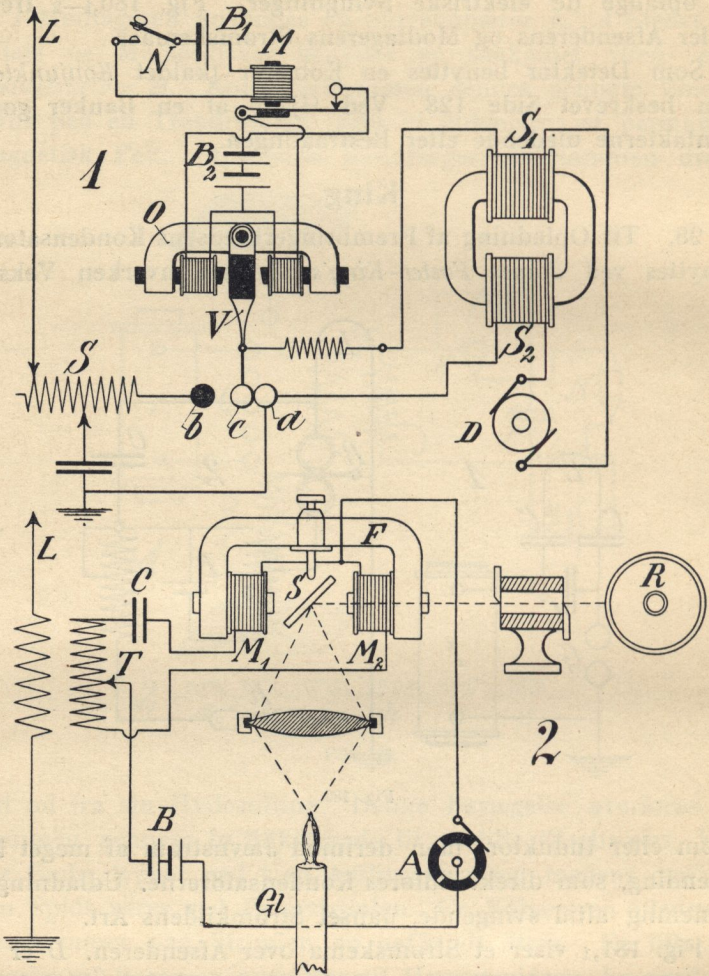


Fig. 181.

tigt bevæges til venstre, stiger Spændingen mellem c og a meget betydeligt, navnlig paa Grund af Selvinduktionsspølerne $S_1—S_2$. Gnistrummet er forbundet med en lukket Svingningskreds, hvortil den jordforbundne Lufttraad L er direkte koblet.

Ved Hjælp af den variable Selvinduktion S kan Bølgelængden varieres indenfor visse Grænser.

Ved Modtageren benyttes hverken Skrive- eller Høreapparat, men derimod en Lysstraales Indvirkning paa fotografisk Papir.

Detektoren, der benævnes *Differentiatoren*, bestaar af en med Spejl forsynet lille Magnetnaal, der er ophængt i en tynd Fosforbronceetraad mellem Polerne af en polariseret Magnet. Forbindelsen er vist i Fig. 181,2. Lufttraaden L er induktivt forbundet med Detektorens Strømkreds. Fra Batteriet B og den roterende Afbryder A udgaar to parallelle Strømkredse, nemlig $T - C - M_1 - F$ og $T - M_2 - F$. Ved Hjælp af Afbryderen A skal i Punkterne T og F periodisk tilføres en EMK, der dog maa være mindre end den EMK, som opstaar, naar Svingninger induceres i Strømkredsen. Ved en passende Indstilling af Punktet T og Kapaciteten C vil Faseforskydningen mellem Strømmene være 90° , saaledes at deres Virkning paa M_1 ophæve hinanden. Ligevægten forstyrres da, og Naalen S gør et Udslag. Fra Lyskilden Gl kastes et Lyspunkt gennem en Linse hen paa Spejlet S , hvorfra det kastes hen paa Rullen R med det fotografiske Papir. Rullen trækkes rundt af et Uhrværk. Naar Magnetnaalen drejes, bevæges Lyspunktet paa Papiret, og der fremkommer, naar Strimlen er fremkaldt, en Skrift lignende den i Fig. 179,2 viste.

Rochefort.

99. Systemet afviger fra de øvrige Systemer ved en særlig konstrueret Afbryder og Induktor samt ved en anden Forbindelse af Modtageapparaterne.

Kviksølvafbryderen er vist i Fig. 182. Morsenøglen C 's Kontakt og Anker ere anbragte paa en Arm, der kan bevæges uafhængigt af den egentlige Nøglearm med Haandtaget (samme Princip som ved den *Braun'ske* Nøgle).

Idet Nøglen paavirkes for at frembringe et Tegn, passerer Strømmen fra Batteriet B over $C - D$, Kontaktstedet $E - F$ til Vægtstangen $F - P$'s Omdrejningspunkt G og gennem Elektromagnetspolerne $H - J$, $I - L$ og $M - N$. Naar Ankeret A

derved tiltrækkes, sluttet Induktorens Hovedstrøm, idet Vægtstangen $Z—X$ dypper sin Spids Y i Kviksølvet.

Samtidigt tiltrækkes Ankeret T , og Armen $F—P$ føres bort fra Kontakten E , $\therefore$ de to Strømløb brydes. Spiral-fjedrene trække Vægtstængerne tilbage til deres Hvilestilling, $E—F$ sluttet atter, og saalænge Nøglen holdes nedtrykket,

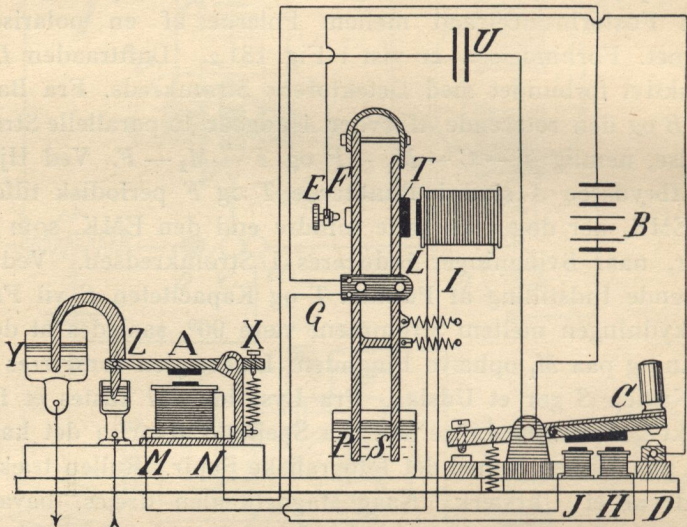


Fig. 182.

bevæges Y stadigt op og ned. Paa denne Maade fremkommer en Række Strømslutninger og Afbrydelser i Induktorens Kredsløb.

En Kondensator U er anbragt parallelt til $E—F$ for at formindske Gnisdannelsen. Enderne $P—S$ af de tilsvarende Vægtstænger dykke i en Skaal med Glycerin for at dæmpe deres Bevægelse. Ved større Strømstyrker ere Afbryderkontaktterne $Y—Z$ af Kobber og nedsænkede i Petroleum.

Den af Rochefort anvendte Induktor har en Primærvikling i to Lag, og begge Ender af Traaden ere førte ud til samme Side. Ved et Isolationshylster er den adskilt fra den af en kort tyk Traad dannede Sekundærvikling (et eller to Lag), der kun indtager en lille Del af Kærnen. Sekundærspolen er

saaledes viklet, at den ene Ende har en lav Spænding og er forbundet med *Jord*, medens Spændingen er meget høj ved den anden Ende af Spolen (en saakaldet *unipolar* Induktor). Svingningskredsen dannes paa sædvanlig Maade af Gnistrum, Kapacitet og Selvinduktionsspole, hvortil Lufttraaden med sin Jordforbindelse er koblet.

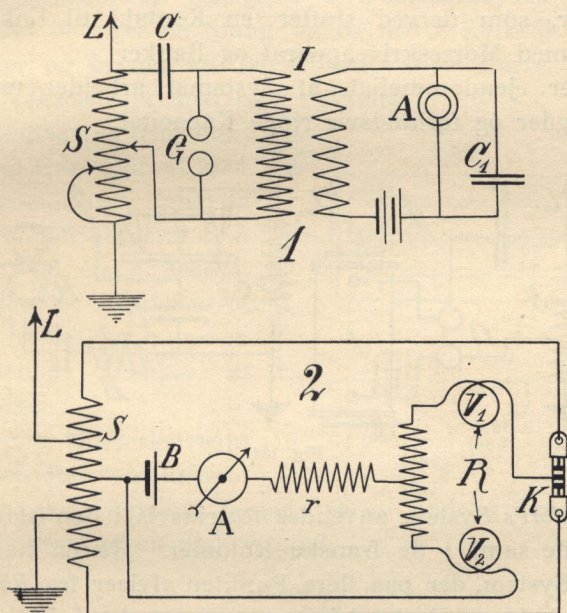


Fig. 183.

Fig. 183,₁ viser Afsenderens Strømløb. A er Afbryderen og C_1 Primærkondensatoren; de øvrige Betegnelser som tidligere.

Modtageren er vist i Fig. 183,₂. Luftnettet, der har Jordforbindelse, er direkte koblet til den lukkede Svingningskreds. Kohærerer er som omtalt Side 127. Batteriet B , Modstanden r , Relais R samt et Milliamperemeter A ere forbundne med den midterste Kohærerpol og med Midten af Spolen S .

Relais, som er ophængt i cardansk Balance, bestaar af

4 Staal-magneter, der vende Polerne mod hverandre og ere forsynede med 2 Polsko, i hvis Hulrum er ophængt en bevægelig Ramme med to Viklinger $V_1 - V_2$, der have forskellig Modstand og Vindingstal. Spolen V_2 gennemløbes stadig af en Strøm fra Batteriet B . Paavirktes Kohærerens, gennemløber Strømmen tillige Spolen V_1 , og Traadrammen drejes derved ud fra sin Ligevægtsstilling. Den er forsynet med en lille Sølvfjeder, som derved slutter en Kontakt til Lokalstrømkredsen med Morseskriveapparat og Banker.

Det er ejendommeligt, at Systemet arbejder med store Gnistlængder og forholdsvis ringe Kapacitet.

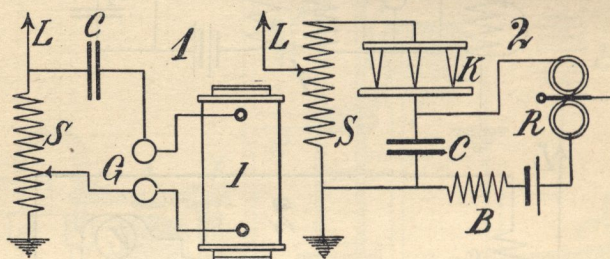


Fig. 184.

Rocheport's System anvendes fortrinsvis i den franske Hær og Flaade samt i de franske Kolonier. Hæren har iøvrigt sit eget System, der paa flere Punkter afviger fra *Rocheport's*. Det kan i denne Forbindelse nævnes, at der i Paris er indrettet en Militærstation, hvor Luftnettet bæres af Eiffeltaarnet. Der anvendes ca. 20 Kwts Primærenergi, og Bølgelængden er over 2000 m. Fra denne Station er der i 1907 modtaget ud til en Afstand af ca. 3000 km.

Branly-Popp.

100. Karakteristisk for dette System er egentlig kun *Branly's Trefods-Kohærer* (Side 128).

Fig. 184 viser Afsenderens og Modtagerens Strømskema. Det angives, at Relaiset er meget følsomt. Afstemningen foregaar ved Hjælp af Selvinduktionsspolen S .

Popoff-Ducretet.

101. Dette System, der hovedsagelig har fundet Anvendelse i Rusland, har meget tilfælles med *Marconi's* System. Afsenderen har paa almindelig Maade et Luftnet med Gnistrum, som er forbundet med en Ruhmkorffs Rulle. Der anvendes ofte 2 parallelforbundne Induktorer. Som Afbryder benyttes hyppigst en *Ducretet's* Kviksølvafbryder (en lille Motor, som bevæger en Stang op og ned i Kviksølv og derved slutter og bryder en Jævnstrøm). Ved større Stationer benyttes Vekselstrøm med højt Vekseltal.

Ved Modtageren (Fig. 185) benyttes et Høreapparat med en Kohærer noget lignende *Branly's* Trefodskohærer. Den bestaar af to stangformede, ikke polerede Metalelektroder, paa hvilke der hviler en Del polerede Stænger af haardt Staal.

Anvendes Morseskriveapparat, benyttes en lufttom Platinkohærer. Relaiset bestaar af en drejelig Traadramme mellem Polerne af en Staalmagnet.

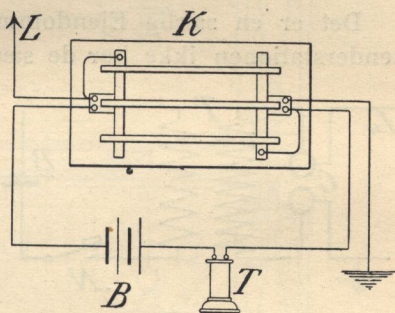


Fig. 185.

Blondel.

102. For at kunne modtage fra flere Stationer paa én Gang, anvender *Blondel* en mekanisk-akustisk Afstemning.

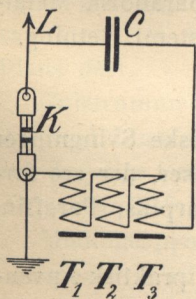


Fig. 186.

Antallet af de fra de enkelte Stationer udgaaende Bølgeimpulser pr. Sekund er ret forskelligt. Paa Modtagestationen paa virke de paa almindelig Maade en jordforbunden Kohærer (Fig. 186). Parallelt til denne er anbragt et Antal Modtageapparater, der hver for sig kun kunne paa virkes (akustisk), naar de modtagne Strømstød svare til Modtageapparaternes Egensvingning. I denne Hensigt anvendes de saakaldte *Monotelefoner*,

der bestaa af en cylindrisk Daase, indeholdende en kraftig Magnet, hvis hule Kærne er omgivet med en Magnetiserings-spole. Membranen i Telefonen er ca. 2 mm tyk og er ikke fastklemmt paa Omkredsen. Derimod er paa 3 Steder i den første Svingningsknudelinie boret Huller, ved Hjælp af hvilke Membranen er opsat paa 3 Spidser.

Hver Membran er afstemt til en bestemt Tone og kan kun give denne Tone, naar Telefonen paavirkes af en Række Strørimpulser, hvis Svingningstal passe med Membranens Grundtone. Saasnart Periodeforskellen er en halv Tone, paavirkes Membranen ikke.

Det er en særlig Ejendommelighed ved Systemet, at Af-senderstationen ikke har de sædvanlige Net. Til Udstråling

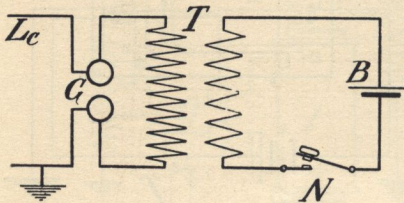


Fig. 187.

benyttes en stor Kondensator L_C (Fig. 187), hvis ene Belægning er forbundet med *Jord*, medens den anden Belægning i en forholdsvis stor Afstand er isoleret ophængt. Naar denne Kondensator lades, fremkommer et koncen-

trisk, elektrisk Felt. Ved Gnistovergangen forsvinder dette Felt, og der opstaar elektromagnetiske Bølger, som udgaa fra Kondensatoren og brede sig over Jordoverfladen. Man skulde ved denne Anordning kunne anvende større Elektricitets-mængder end ved de gængse Luftnet.

Da der kun anvendes meget korte Bølger, kan Kondensatoren L_C anbringes i Brændpunktet af en parabolisk Metal-reflektor, saa at Bølgerne kunne gives en bestemt Retning.

Blochmann.

103. Som tidligere omtalt kunne de elektriske Svingninger gives en vilkaarlig Retning ved Hjælp af Linser, der ere forfærdigede af dielektriske Stoffer, f. Eks. Harpiks, Paraffin, Glas o. lign.

Blochmann's Konstruktion gaar ud paa en praktisk Anvendelse af denne Egenskab hos de elektriske Straaler. Afsender

og Modtager ere indesluttede i hver sin Metalkasse, den ene ovenpaa den anden (Fig. 188). I Afsenderen *I* er der en Linse af Harpiks, Træ el. lign. Den danner den eneste Aabning, hvorigennem de i Kassen frembragte Bølger kunne gaa ud, idet Metalvæggene ere uigennemtrængelige. Kasserne maa

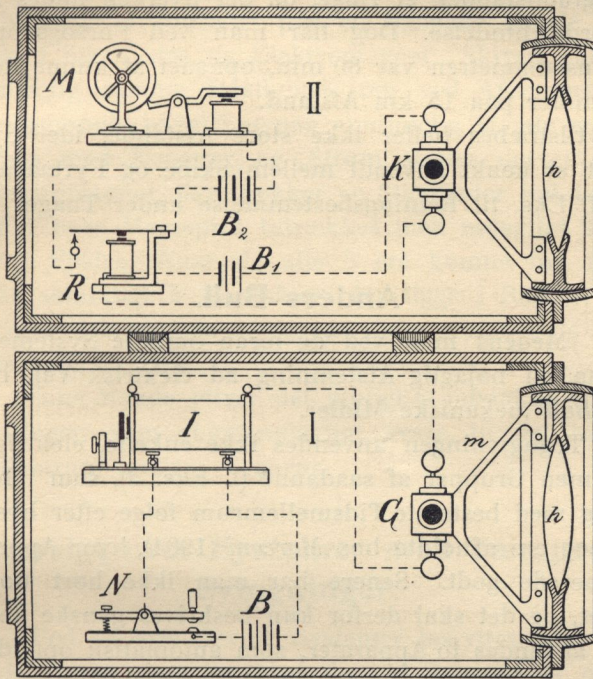


Fig. 188.

egentlig betegnes som metalklædte Rum, idet de maa være saa store, at baade Apparaterne og Telegrafisten kan faa Plads deri.

Gnistrummet er omgivet af en Metalkasse med Aabning ud mod Linsen *h*; *m* er et konisk Metalrør. Begge Kasser ere drejelige i vandret Plan, og Gnistrummet med Linsen kan drejes ca. 30° i lodret Plan.

Modtageapparaterne ere anbragte i Kasse II, som staar ovenpaa I. Ved Hjælp af Forbindelsesstænger kunne begge Linser drejes samtidigt. I Linsens Brændpunkt findes Detek-

toren *K*, der kan være en Kohærer eller anden passende Detektor. Der kan benyttes Telefon eller Morseskriver.

De frembragte Svingninger samles gennem Linsen til et Bundt af parallelle Straaler. Kun de Modtagere, der træffes af denne Straale, kunne bringes til at arbejde.

Telegrafafstanden er ringe, da der hverken findes Luftnet eller Jordforbindelse. Dog har man ved Forsøgsapparater, hvor Linsediametren var 80 mm, opnaaet at kunne udveksle Telegrammer paa 15 km Afstand.

Der tilstræbes heller ikke store Afstande, idet Systemet nærmest er tænkt anvendt mellem Skibe og Fyrtaarne (Fyrskibe), f. Eks. til Retningsbestemmelse under Taage.

Anders Bull.

104. Medens man ved de foran omtalte Systemer søger at opnaa en nøjagtig Afstemning ad elektrisk Vej, benytter *Anders Bull* mekaniske Midler.

Ved Tegngivningen anvendes ikke enkelte, elektriske Impulser, men Grupper af saadanne (f. Eks. 5), som i bestemte Antal og med bestemte Tidsmellemrum følge efter hverandre.

Forsøg ere afholdte hos *Marconi* (1904), hvor Apparaterne fungerede godt. Senere har man ikke hørt noget om Systemet, og det skal derfor kun beskrives ganske kort.

Der anvendes to Apparater, som automatisk opfylde de to Opgaver, nemlig: at *omsætte* det almindelige Tegn, som gives med Morsenøglen til 5 efter hverandre følgende Impulser og *at samle* disse 5 Impulser til et Tegn.

Paa Omkredsen af en vandret Skive er anbragt ca. 400 flade Staaifjedre. Skiven drejer rundt (5 Omdr. pr. Sek.), og Fjedrene glide langs Indersiden af en Π -formet, faststaaende Ring. Denne er afbrudt paa et lille Stykke af Omkredsen, og her findes en Elektromagnet.

Vil man med Morsenøglen give et Punkt, slutter denne en Strøm, der udløser en omdrejende Skive (5 Omdr. pr. Sek.), og for hver Omdrejning af denne sluttet en Strøm til den ovenomtalte Elektromagnet. Den tiltrækker den Staaifjeder,

der i dette Øjeblik befinder sig udfor dens Polsko, og denne Fjeder føres derved ind i Ringens Rille. Indeni denne er anbragt 5 Kontakter, som slttes i det Øjeblik, Staaifjedren passerer over dem. For hver Gang paavirkes et Relais, der slutter Induktorkredsløbet og derved frembringes en Gnist. Man faar altsaa i dette Tilfælde 5 Gnister pr. Morseprik.

Modtageren er indrettet paa en lignende Maade med en Skive med Staaifjedre og Elektromagnet. Skiven skal dreje med nøjagtig samme Hastighed som ved Afsenderen. Ved hver Bølgeimpuls paavirkes paa almindelig Maade en Svingningskreds med Kohærer, og Strøm slttes derved til Skivens Elektromagnet, der trækker en Staaifjeder ind i Ringens Rille. For hver Morseprik tiltrækkes med nøjagtigt Tidsmellemlum 5 Fjedre. Naar de alle 5 ere komne ind i Rillen, slutte de samtidigt 5 Kontakter, der ligge i Række med et Batteri og et Morseapparat, og paa dette gengives de 5 Bølgeimpulser som en Prik.

Paa denne Maade bliver det muligt at udelukke alle andre Paavirkninger, som ikke nøjagtigt svare til det benyttede Tidsmellemlum mellem Tegnene.

Oversigt over Systemer med dæmpede Svingninger.

104. Ved de ovennævnte Systemer benyttes udelukkende dæmpede Svingninger, og som det vil fremgaa af de givne Forklaringer, have Systemerne faaet en næsten ensartet, principiel Udførelse.

For at lette Oversigten over disse Hovedprincipper, som ere fremkomne paa Grundlag af Erfaringer og teoretiske Undersøgelser, skal Grundtrækkene i Systemerne ganske kort gengives.

a. *Afsendelse.* De elektriske Svingninger frembringes ved Gnistudladninger i en Strømkreds med Selvinduktion og Kapacitet. Da disse, som tidligere omtalt, ere dæmpede, bliver Afstemningen mangelfuld, naar en større Fjernvirkning skal opnaaes.

Til at udstraale Svingningerne benyttes et Luftnet, og Svingninger kunne tilføres dette paa 3 Maader, nemlig ved:

1. Direkte Forbindelse.
2. Induktiv Kobling.
3. Direkte Kobling.

1. *Direkte Forbindelse.* Et Gnistrum er direkte indsat i Luftnettet, der kan have Jordforbindelse eller (sjældnere) *Modvægt*. I Fig. 159,1, Side 268, og 189,1-2 er vist 4 forskellige

Udførelser. Luftnettet L kan betragtes som den ene Belægning af en Kondensator, hvis anden Belægning dannes af Jorden. Ladningen sker ved Hjælp af en Energikilde med høj Spænding (Induktor). Fig. 159,1 betegner den egentlige *Marconi-Sender* og anvendes, foruden af *Marconi*, (helt eller med nogen Forandring) af *de Forest*, *Fessenden*, *Ducretet* og *Blondel*.

I Fig. 189,1-2 overføres Svingningerne gennem en Transformator, enten direkte eller induktivt.

I alle tre Tilfælde ere Svingningerne stærkt dæmpede. Luftnettet svinger altid i $\frac{1}{4}$ Bølgelængde, og der findes ved Jordforbindelsen en Strømstyrkebug og Spændingsknode, omvendt ved Toppen.

2. *Induktiv (indirekte) Kobling.* Svingningerne frembringes i en lukket Kreds og overføres induktivt til Luftnettet, der paa et passende Sted er forbundet med *Jord* (den *Braun'ske* Anordning (Fig. 189,3)).

For at opnaa en god Virkningsgrad maa Svingningstallet for den lukkede og aabne Kreds være det samme. Svingningerne ere mindre dæmpede end ved den direkte Forbindelse. (Anvendes af *Marconi* og *Lodge-Muirhead*). For at opnaa en

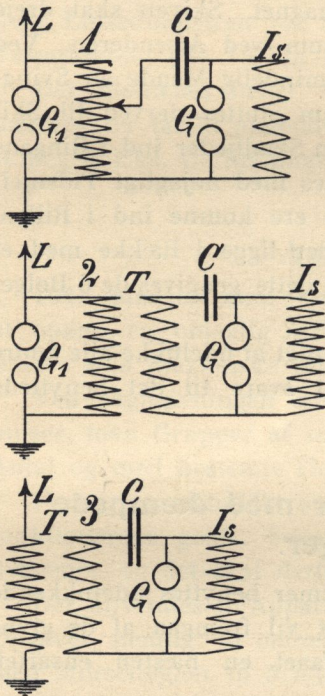


Fig. 189.

endnu mindre Dæmpning, kan anvendes dobbelt Omsætning (Fig 190,₁) (Marconi).

Tre- eller flerdobbelt Omsætning (Fig. 190,₂) kan benyttes for at faa en saa ren Svingning som mulig. Svingningerne frembringes kun i den første Kreds (Stone).

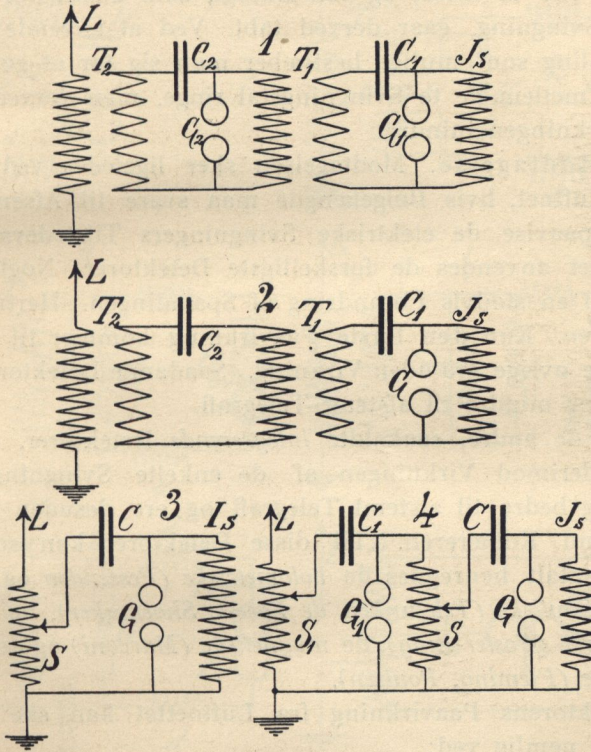


Fig. 190.

Svingningstiden er bestemt ved Luftnettets Kapacitet og Selvinduktion samt ved den sekundære Selvinduktion i Transformatoren. Luftnettet svinger ogsaa her i $1/4$ Bølgelængde, og Strøm- og Spændingsfordelingen er som ovenfor.

3. *Direkte (galvanisk) Kobling.* Luftnettet er (hyppigst) jordforbundet (Fig. 190,₃), og en Del af Vindingerne i Spolen S ere fælles for Frembringerkreds og Luftnet (benyttes af Telefunkens, Branly-Popp, Rochefort, Lodge-Muirhead, Shoemaker og Foster-King).

Forbindelsen kan ogsaa udføres som vist i Fig. 190,₄ der svarer til Fig. 190,₁.

Den direkte Kobling har ligesom den induktive den Mangel, at der i Luftnettet ved Koblingen opstaar to Svingninger med forskellig Bølgelængde. Modtageren kan kun afstemmes til den ene af disse, og den Energi, som udstraales af den anden Svingning, gaar derved tabt. Ved at anvende en saa løs Kobling som muligt bestræber man sig for at gøre Forskellen mellem de to Svingningstal ringe, men derved bliver Fjernvirkningen mindre.

b. Modtagelse. Modtagelsen sker ligeledes ved Hjælp af et Luftnet, hvis Bølgelængde maa svare til Afsenderens. Til at paavise de elektriske Svingningers Tilstedeværelse i Luftnettet anvendes de forskelligste Detektorer. Nogle virke kun ved en stødvis Forandring af Spændingen. Hertil hører *Kohærereren*. Kun den første Paavirkning kommer til Anvendelse, de øvrige ere uden Virkning. Saadanne Detektorer egne sig derfor mindre til afstemt Telegrafi.

Ved de andre, saakaldte *integrerende* Detektorer, opsummeres derimod Virkningen af de enkelte Svingninger; de egne sig bedre til afstemt Telegrafi og ere desuden følsommere end Kohærereren. Til disse Detektorer kan som tidligere omtalt henregnes de *bolometriske* (*Fessenden* og *Stone*), de *elektrolytiske* (*Telefunken*, *de Forest*, *Shoemaker*), de *elektromagnetiske* (*Foster-King*), de *magnetiske* (*Marconi*) og de *termoelektriske* (*Fleming*, *Poulsen*).

Detektorens Paavirkning fra Luftnettet kan ske paa 3 Maader, nemlig ved:

1. Direkte Forbindelse.
2. Induktiv Kobling.
3. Direkte Kobling.

1. *Direkte Forbindelse.* Detektoren *K* (Fig. 191,₁) anbringes direkte i Luftnettet *L*, og parallelt til den ligger Batteriet *B*, Relaiset *R* og to Dæmpespoler *d*. Luftnettet svinger i $\frac{1}{2}$ Bølgelængde og faar derved en Spændingsbug ved begge Ender, altsaa ogsaa dèr, hvor Kohærereren er anbragt. Luft-

nettet maa derfor have en Bølgelængde, der er dobbelt saa stor som Afsenderens, da denne kun svinger i $\frac{1}{4}$ Bølgelængde (Popoff-Ducretet). Luftnettets Dæmpning er stor, da Detektoren har stor ohmsk Modstand.

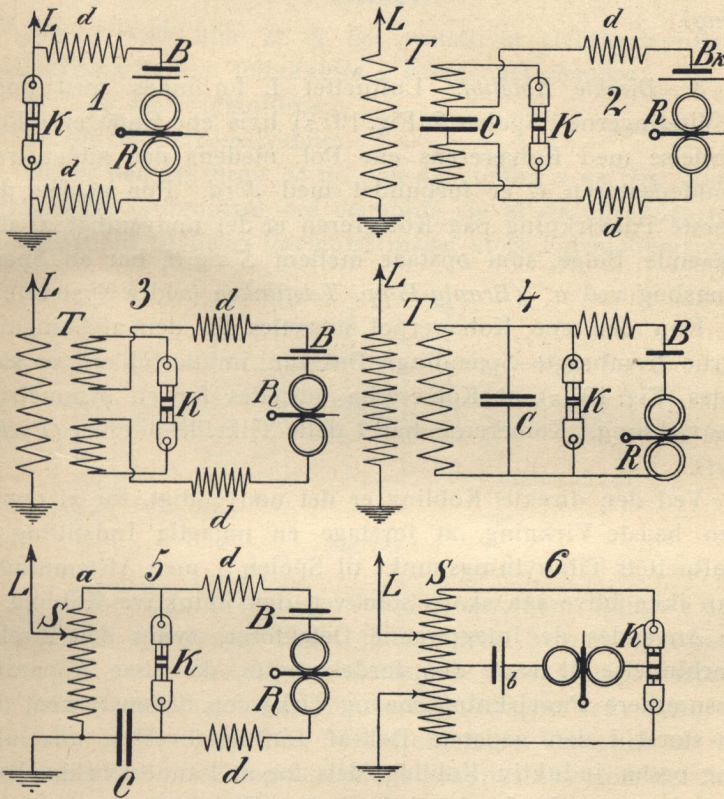


Fig. 191.

2. *Induktiv Kobling.* Ved Anvendelse af denne Metode blive de i Modtageluftnettet fremkaldte Svingninger omsatte saaledes, at de to Kohærrerpoler udsættes for en høj, modsatrettet Spænding.

Forbindelsen mellem de forskellige Spoler, Kondensatorer m. m. kan ske paa flere Maader. Fig. 191₂ viser Marconi's Anordning. Svingningskredsene maa være nøje afstemte.

En lignende Ordning er vist i Fig. 191,₃ (*Marconi*). I hver Halvdel af den sekundære Spole induceres Spændinger, som paa Grund af Viklingsretningen ere modsatrettede.

Fig. 191,₄ viser et Strømskema med en enkelt Spole (*Telefunken*, *Lodge-Muirhead*, *Stone* (dobbelt Omsætning), *Foster-King*).

3. *Direkte Kobling*. Luftnettet *L* forbindes med nogle af Vindingerne i Spolen *S* (Fig. 191,₅), hvis ene Ende er i Forbindelse med Kohærerens ene Pol, medens den anden over Kondensatoren *C* er forbundet med *Jord*. For at faa den største Paavirkning paa Kohærereren er det nødvendigt, at den staaende Bølge, som opstaar mellem *S* og *d*, har en Spændingsbug ved *a*. (*Branly-Popp*, *Telefunken* (ældre System)).

Kun den ene Kohærerpol udsættes for den af Svingningerne frembragte Spænding. Det kan imidlertid ordnes saaledes (Fig. 191,₆), at Kohærereren udsættes for en symmetrisk Paavirkning. Kohærereren har i dette Tilfælde 3 Poler (*Roche-fort*).

Ved den direkte Kobling er det nødvendigt, for at opnaa den bedste Virkning, at foretage en nøjagtig Indstilling af Luftnettets Tilknytningspunkt til Spolen *S*, men Afstemningen kan ikke blive saa skarp som ved den induktive Kobling.

Anvendes de integrerende Detektorer, synes den direkte Forbindelse at være den fordelagtigste, da disse Apparater opsummere Paavirkningerne og virke for Strømstyrken, der er størst i den nederste Del af Luftnettet. Man anvender dog ogsaa induktiv Kobling, dels for at kunne svække Paavirkningernes Styrke, hvad der i visse Tilfælde er nødvendigt, dels for at undgaa atmosfæriske Forstyrrelser.

Ved saadanne Detektorer anvendes næsten udelukkende Modtagelse med Telefon. Fig. 192,_a viser en direkte Forbindelse (*Marconi*, *Telefunken*, *de Forest* og *Fessenden*). (De forskellige Hjelpekondensatorer, Batterier etc. ere ikke viste).

I Fig. 192,_b er vist en induktiv Kobling (*Telefunken*) og i Fig. 192,_c en direkte Kobling (*Shoemaker*).

I det efterfølgende omtales Telegrafsystemer med udæmpede Svingninger. Disse kunne iøvrigt overføres til Luftnettet og Detektorerne paa en lignende Maade som ovenfor beskrevet.

Poulsen.

106. I § 13, Side 22 er det omtalt, at elektromagnetiske Svingninger kunne fremkaldes i Kondensatorkredse:

- a) ved Gnistudladninger.
- b) af Jævnstrømslysbuer.

Det er paavist foran, at de paa den under *a* nævnte Maade frembragte Svingninger ere *dæmpede*, og at de udsendes med et i Forhold til deres Varighed meget stort Tidsmelleumrum.

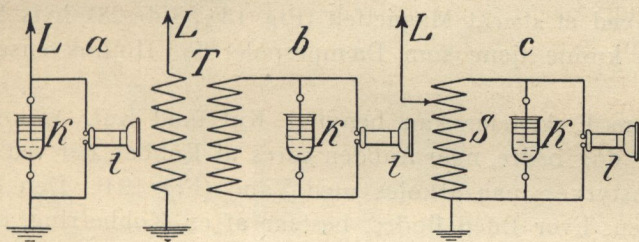


Fig. 192.

De forskellige væsentlige Mangler, der, som tidligere omtalt, klæbe ved Anvendelsen af dæmpede Svingninger, undgaaes for største Delen, naar *udæmpede* Svingninger benyttes.

Saadanne Svingninger kunne frembringes ved Hjælp af *Duddell's* Svingningskreds. Det frembragte Vekseltal er dog for ringe til, at Svingningerne kunne benyttes i Radiotelegrafen.

Valdemar Poulsen opnaaede (§ 13 b, Side 30) en betydelig Forøgelse i Svingningstallet ved at anvende 3 Midler:

1. Lysbuen holdes brændende i Brint eller en brintholdig Luftart.
- 2, Afkøling af den ene eller begge Elektroder.
3. Lysbuen omgives med et Magnetfelt.

Ved disse Midler kan Vekseltallet ved en passende Kapacitet og Selvinduktion bringes op til over $2 \cdot 10^6$ pr. Sekund.

Til sine første Forsøg benyttede *Poulsen* vandrette Kul, og

Buen anbragtes i en Spiritus- eller Gasflamme (Fig. 193). Med Gas, Brint og Æter kan opnaaes højere Vekseltal end med Spiritus.

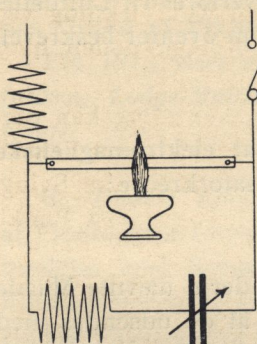


Fig. 193.

Buen maa have en vis Længde, for at Svingninger kunne frembringes. Denne *aktive* Længde vokser med Fødestrømstyrken, men aftager, naar Vekseltallet forøges.

En Forklaring paa *Poulsen-Fænomenet* er givet i § 13. Dannelsen af en konstant Lysbue forhindres fortrinsvis ved Anvendelsen af Brint i Lysbuen, og en Afkøling af Elektroderne

samt ved et stærkt Magnetfelt (Fig. 13,2, Side 28), hvis Spoler tillige kunne tjene som Dæmpespoler for Højfrekvensstrømmen.

Som Elektroder kan benyttes Kul mod Kul. Virkningen bliver dog bedre, naar Anoden gøres af Kobber, der ved større Strømstyrker maa afkøles med Vand (Fig. 194). Den Del af Anoden, hvor Buen findes, bestaar af en Kobberring, der let kan udveksles, naar Kobberet er forbrændt. Ved Kulkatoden aflejrer sig gerne Kulstof. For stadig at have en skarp og koldere Kant, hvorfra Buen kan udgaa, drejes Kullet langsomt rundt (Periferihastigheden er ca. 0,1 mm pr. Sekund).

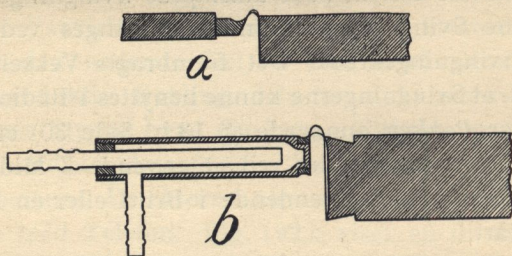


Fig. 194.

Magnetfeltet holder Buen paa Plads, og Elektroderne ere ofte dannede saaledes (Fig. 194), at Buen maa holde sig ved Kanterne. Det har vist sig, at Brint med Tilsætning af Kulbrinte giver bedre Virkning end Brint alene. Man anvender derfor

Lysgas, eller Brint, der karbureres med Nafta eller Petroleum. Det har ogsaa vist sig, at man opnaar en god Virkning ved at lade Spiritus draabevis falde ned paa Kobberanoden, hvor det straks bringes til at fordampe.

Den Energi, som ved en given Primærspænding kan omsættes, aftager, naar Vekseltallet vokser. Ved et givet Vekseltal vokser den Energi, som kan omsættes i elektriske Svingninger, proportionalt med Dæmpningen, indtil et vist Punkt,

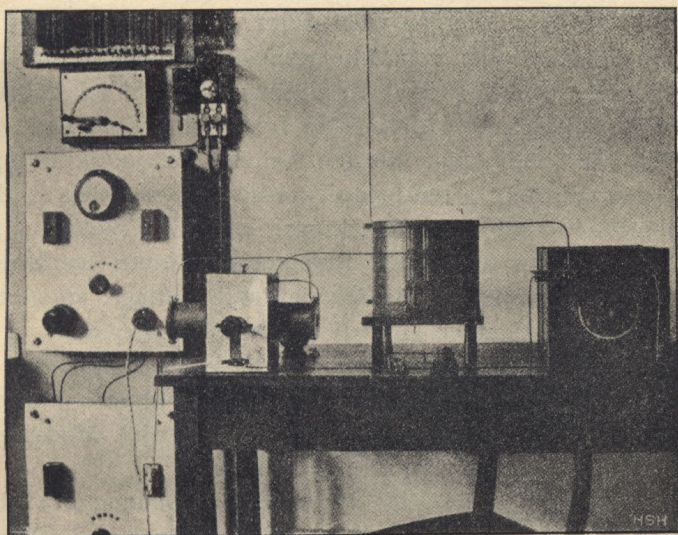


Fig. 195.

hvorpaa den atter aftager, og hurtigere end Dæmpningen forøges. Svingningsenergien vokser ogsaa med Strømstyrken gennem Buen, men kun til en vis Grænse. Ønskes en yderligere Forøgelse i Energien, kan dette ske ved at anvende flere Lysbuer i Række eller Parallel.

Paa Grundlag af disse ovennævnte forskellige Undersøgelser og Fænomener har Poulsen i Forening med Pedersen dannet et Telegrafsystem, hvor der benyttes udæmpede Svingninger. Forsøgstationer ere bl. a. oprettede ved Lyngby, i Esbjerg og ved Cullercoats i England (i Nærheden af Newcastle).

Fig. 195 viser Afsendeapparater paa Stationen i Esbjerg. Til venstre paa Bordet sés Generatoren, der bestaar af en firkantet Kasse med Laag. De to Sider ere af Marmor, og heri ere Elektroderne anbragte. I de to andre Sider, der ere af Metal, ere Magnetspolerne anbragte, og endelig er Laaget løst paasat eller fastholdt af Spiralfjedre, saa at det kan virke som en Slags Sikkerhedsventil ved mulige Eksplosioner af Knaldgas. Gassen indføres forneden gennem et Rør, der ender tæt under Lysbuen, og Gassen bortledes gennem et Rør foroven. Et Urværk eller en lille Motor drejer Kullet rundt.

Primærspændingen maa ikke gerne være under ca. 400 Volt; der kan dog arbejdes med Spændinger ned til ca. 200 Volt.

Frembringerkredsen dannes af Lysbuen, en variabel Kondensator (til højre paa Bordet) og en Selvinduktionsspole (midt paa Bordet). Frembringerkredsen er saaledes i dette Tilfælde en lukket Svingningskreds.

De i Lysbuen frembragte Svingninger kunne overføres til Luftnettet paa enhver af de Maader, som tidligere ere omtalte under Telegrafsystemer med dæmpede Svingninger.

Ved Skibsstationer benyttes altid Vandforbindelse; ved Landstationer anvendes Jordforbindelse sjældnere; i Almindelighed benyttes en elektrisk Modvægt af Hensyn til Afstemningen.

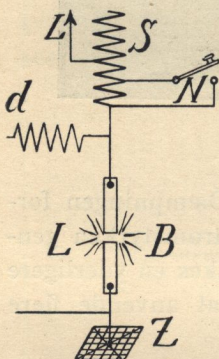


Fig. 196.

I Fig. 196 er vist et Skema, hvor Lysbuen $L-B$ er direkte anbragt i Luftnettet, der har en variabel Selvinduktionsspole S .

Luftnettet kan ogsaa kobles til en Frembringerkreds. 197,₁ viser en direkte Kobling (fast), og Fig. 197,₂ angiver en induktiv Kobling.

Anvendelsen af de udæmpede Svingninger har den store Fordel, at Koblingen kan gøres helt fast, uden at Afstemningen derved bliver mindre skarp.

Afsendelsen af Morsetegnene kan ske paa flere Maader.

I Fig. 198,₁ er skematisk vist, hvorledes den ene Elektrode er sat i Forbindelse med Telegrafnøglen. I dennes Hvilestil-

ling er Buelængden saa ringe, at Svingninger ikke frembringes. Nedtrykkes Nøglen, trækkes Elektroden saa langt tilbage, at Buen faar sin *aktive* Længde, og Svingninger fremkaldes da, saalænge Nøglen er nedtrykket.

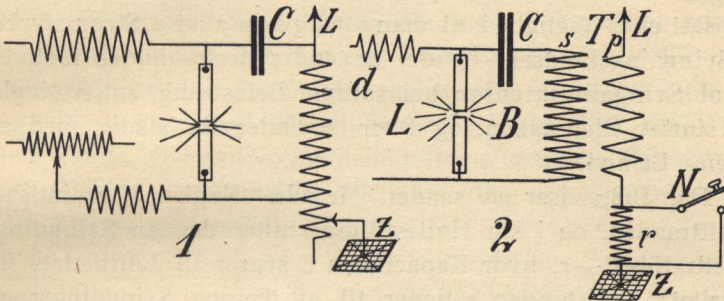


Fig. 197.

En anden Metode er angivet paa Fig. 196. Ved Hjælp af Afsendernøglen N kan nogle af Vindingerne i Selvinduktions-

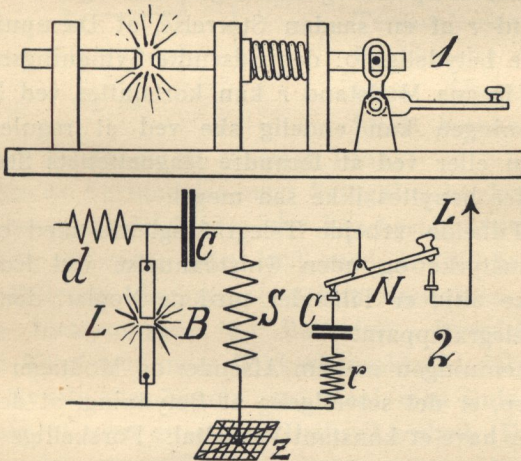


Fig. 198.

spolen S kortsluttes, og der udsendes derved Svingninger med et andet Vekseltal, end naar Nøglen er fri. Hvis Modtageren er afstemt til det sidste Vekseltal, ere de udsendte Tegn egentlig *negative*, ω : i Hvilestillingen udsendes en uafbrudt Sving-

ningsrække, og Tegnene fremkomme som en Afbrydelse i denne Række.

Er Modtageren derimod afstemt til det Vekseltal, der svarer til Nøglen sluttete Stilling, fremkommer almindelige, *positive* Tegn.

Det er af Vigtighed, at man stadig kan aflæse Strømstyrken i Svingningskredsen, og der anvendes derfor andre Metoder, hvor Svingningskredsen har samme Belastning, enten Nøglen er sluttet eller aaben, og Buen brænder da stadig med sin *aktive* Længde.

Fig. 198,₂ viser en saadan Metode. Nøglen N er indsat i Lufttraaden, og i sin Hvilestilling slutter den en Svingningskreds $S-C-r$, hvor Kapaciteten C svarer til Luftnettets Kapacitet; Modstanden r tjener til at dæmpe Svingningerne i denne Kreds. Naar Nøglen nedtrykkes, afbrydes Kredsen, og Luftnettet tilsluttes den egentlige Frembringerkreds $LB-C-S$.

I Fig. 197,₂ er vist en lignende Fremgangsmaade. I Luftnettet er mellem Spolen og Modvægten anbragt en induktionsfri Modstand r af en saadan Størrelse, at Dæmpningen forøges ganske betydeligt, $\therefore$ den udsendte Svingningsenergi formindskes. Denne Modstand r kan kortsluttes ved Nøglen N .

Tegngivningen kan endelig ske ved at regulere Gastilstrømningen eller ved at forandre Magnetfeltets Styrke, men disse Maader benyttes ikke saa meget.

I alle Tilfælde arbejde Telegrafnøglerne med en ganske ringe Strømstyrke og uden Gnistdannelse ved Kontakterne, hvilket ikke altid er Tilfældet med de Nøgler, der anvendes ved Gnisttelegrafapparater.

Da Afstemningen mellem Afsender og Modtager kan gøres meget skarp, er det selvfølgelig af Betydning, at de udsendte Svingninger have et konstant Vekseltal. Forskellige Maalinger have godtgjort, at Variationen i Vekseltallet kun beløb sig til ca. $0,35\%$, naar Forholdene vare rigtigt afpassede.

De almindelige Luftnetsformer kunne anvendes, fortrinsvis benyttes T-Net og Paraplynet; de sidste ikke saa lukkede som anvendt ved Gnisttelegrafstationer. (Fig. 59, Side 97).

Ved Modtageren gælder det om i saa høj Grad som muligt

at udnytte Resonansforholdene, og man maa derfor arbejde med meget løs Kobling og ringe Dæmpning.

Da der fra Afsenderen udstraales en uafbrudt Række Svingninger, kan man indrette Modtagerens Svingningskreds saaledes, at Detektoren ikke er indsat til Stadighed, men kun med bestemte Mellemrum forbindes med Svingningskredsen for at *aftappe* den i Kredsen ophobede Energi. Saalænge Detektoren ikke er indsat i Svingningskredsen, vil dennes Dæmpning være meget ringe, og Amplituderne opnaa en forholdsvis større Værdi. Svingningsenergien udlades gennem Detektoren i det Øjeblik, denne sættes til; naar den atter er afbrudt, stiger Svingningsenergien atter o. s. v.

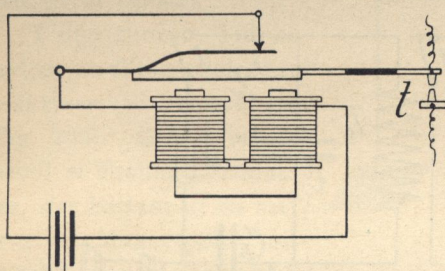


Fig. 199.

Denne Veksling sker meget hurtigt. Som Detektor benyttes fortrinsvis Telefon alene, men der kan ogsaa anvendes en elektrolytisk Celle, et Termoelement el. lign. i Forbindelse med en Telefon. Afsendes en uafbrudt Række Svingninger,

høres i Telefonen en ensartet Tone.

Detektorens Forbindelse med Svingningskredsen sker ved Hjælp af en saakaldet *Tikker*, der kan bestaa af en lille, elektromagnetisk Afbryder (Fig. 199) med en Tikkerkontakt *t*. (I de efterfølgende Skemaer vises kun Kontakten *t*, ikke den tilhørende Elektromagnet og Batteriet). Lydvirkningen er stærkest i Telefonen, naar Tikkerkontakterne dannes af Nysølv mod Nysølv eller Nysølv mod Staal, men Guld mod Guld har vist sig at give en større Driftssikkerhed. Der benyttes to fine Traade, som stilles vinkelret paa hinanden.

Ved Modtageren kan benyttes enhver af de fra de dæmpede Radiotelegrafsystemer kendte Anordninger. Fortrinsvis benyttes induktiv Kobling. Som Fig. 200 viser, er i Luftnettet indsat en Kapacitet C_1 og en Transformator T , hvis sekundære Vikling sammen med Kapaciteten C_2 danner den sekundære Svingningskreds. Parallelt til Kapaciteten C_2 an-

bringes Tikkeren t og Telefonen T med sin Blokkondensator C_B (0,2 Mf).

Forskellige andre Sammenstillinger af Modtageapparaterne kunne anvendes. Fig. 201,₁₋₃ viser Forbindelserne, naar der

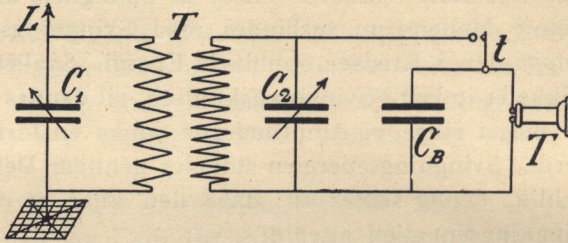


Fig. 200.

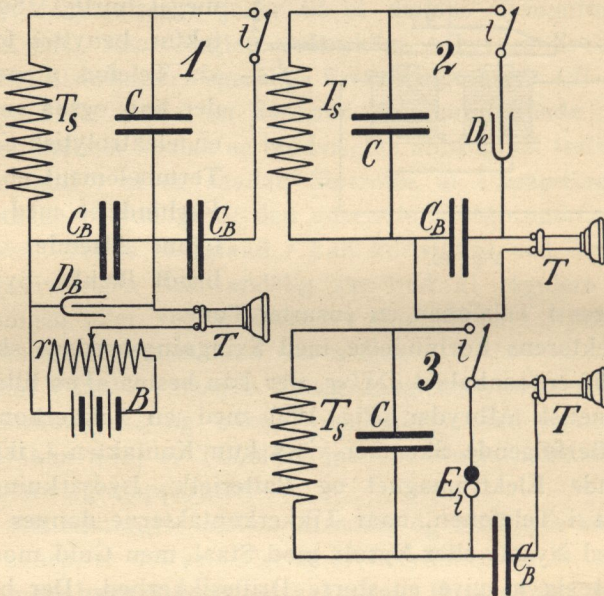


Fig. 201.

benyttes en Bolometeranordning D_B (1), en elektrolytisk Detektor D_l (2) og et Termoelement E_t (3).

Selv om Modtagerne arbejde bedst med Telefon, er der i og for sig intet til Hinder for at anvende Kohærer og Relais. Fig 202 viser en særlig dertil egnet Tikkerforbindelse, som skyldes Pedersen.

Ved Anvendelse af Tikkeren bliver det muligt at opnaa en meget skarp Afstemning og at anvende en meget løs Kobling (0,02 eller derunder). Det bliver endvidere muligt at udelukke alle stærkt dæmpede Svingninger, som de, der hidrøre fra atmosfæriske Udladninger eller fra Gnisttelegrafsystemer. Afstemningen kan gøres saa skarp, at 1 % Forskel i Afsenderens og Modtagerens Bølgelængde er tilstrækkelig til at bringe Modtagelsen til at opføre.

I den seneste Tid benyttes en fotografisk Morsseskriver (til venstre paa Fig. 205). Der anvendes hertil et Traadgalvanometer, der bestaar af en mellem to Magnetpoler udsprejdet tynd Platintraad S_t

(Fig. 203). Denne er anbragt i Række med en Termocelle, som er forbundet med Sekundærkredsen. Naar Termocellen paa-

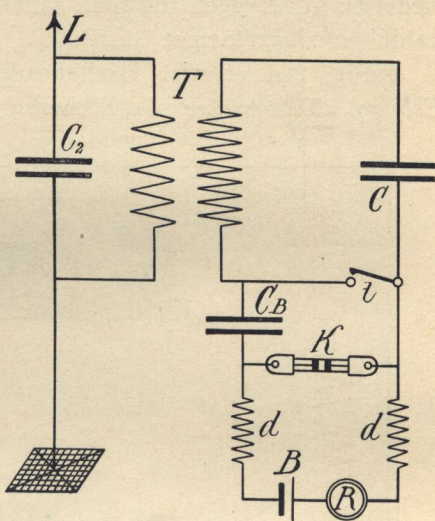


Fig. 202.

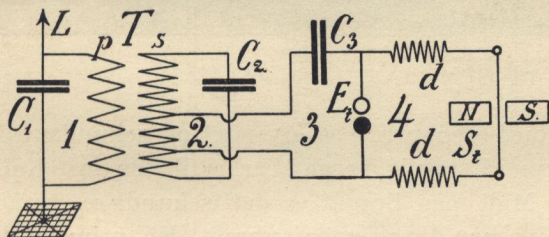


Fig. 203.

virkes af Svingningerne, gennemløbes Strømkredsen 4 af en Strøm, og Platintraaden vil som enhver anden strømførende Leder i et magnetisk Felt paavirkes af en Kraft, der søger at bevæge Traaden ud af Feltet. Der fremkommer derved i Traaden smaa Vibrationer. Bag Traaden findes en lille

Skærm med en snæver Spalte vinkelret paa Traaden. Ved Hjælp af en lille Lampe kastes Traadens Skygge gennem Spalten hen paa Morsestrimlen, der er af fotografisk Papir. Traadens Bevægelse vil paa Papiret fremkalde tilsvarende Bevægelser af Skyggen, og man faar da, naar Strimlen er fremkaldt, en zigzagformet Skrift.

I Fig. 204 er vist Modtageapparaterne paa Stationen i *Esbjerg*. Til venstre ses Tikkeren, til højre findes Transfor-

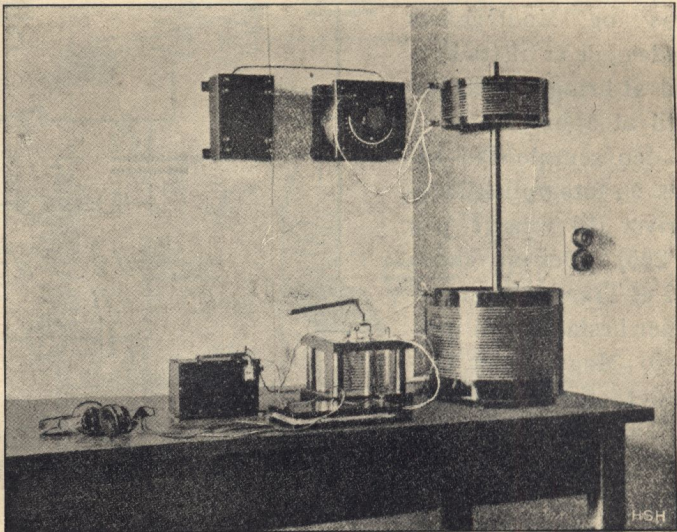


Fig. 204.

matoren med den primære (øverste) og sekundære (nederste) Spole. Man vil særlig lægge Mærke til den løse Kobling, der benyttes. Midt paa Bordet er den sekundære, variable Kondensator, og paa Væggen er anbragt den primære Kapacitet, bestaaende af en fast og en variabel Kondensator.

Fra Stationen i *Lyngby* (Mastehøjde ca. 34 m) har man haft Forbindelse med Stationerne i *Esbjerg* (ca. 270 km) og i *Cullercoats* (ca. 950 km) med Anvendelse af en Svingningsenergi paa henholdsvis 0,2 Kwtt og 0,6 Kwtt.

I Sommeren 1907 er Stationen i *Lyngby* gjort større.

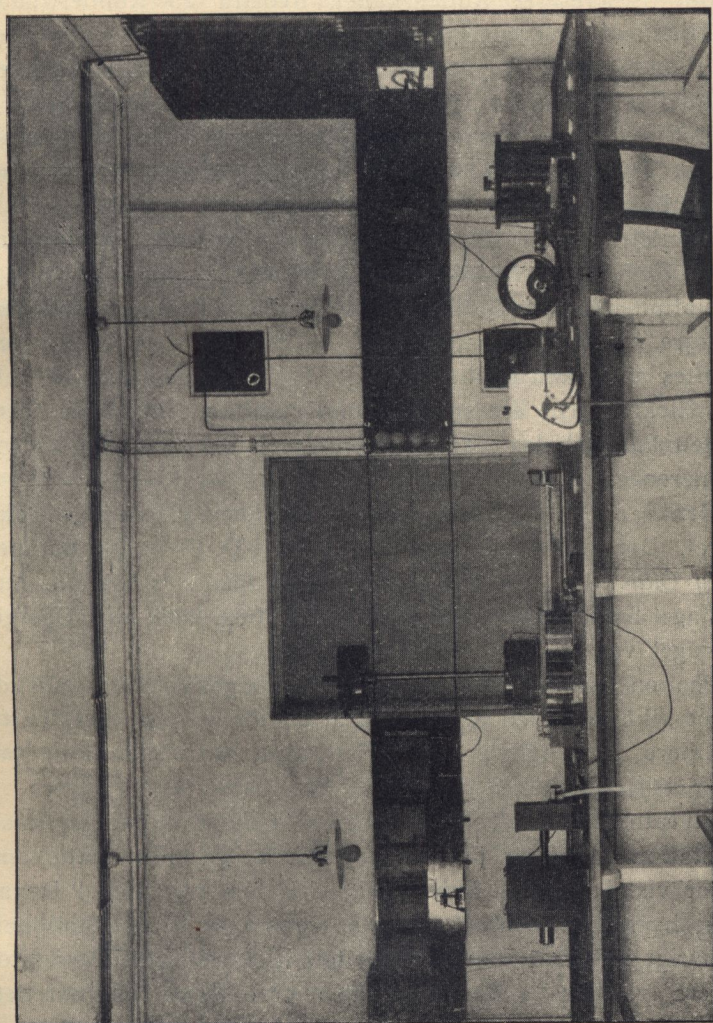


Fig. 205.

Luftnettet bæres nu af 2 Træmaster, hver 67 m høje og i en indbyrdes Afstand af 90 m. Mellem Masterne er udspændt (isoleret) et Kobberkabel, hvorfra 23 Kobbertraade ved Hjælp af isolerede Barduner strækkes ned til begge Sider indtil en Afstand fra Jorden af ca. 30 m. Derfra strækkes de indefter og samles ved Stationshuset.

Modvægten dannes af et Traadnet, der er isoleret udspændt mellem Træpæle (ca. 1 m over Jorden). Modvægten dækker et Areal paa ca. 2000 m². Egensvingningen er ca. 800 m.

En Petroleumsmotor (20 HK) driver en Dynamo, der kan afgive 10 Kwtt Jævnstrøm ved 500 Volt.

Stationslokalet er vist paa Fig. 205, Afsendeapparaterne til højre og Modtageapparaterne til venstre. Som Generator benyttes en enkelt Lysbue i Brint og med et kraftigt Magnetfelt. Elektroderne ere som sædvanlig Kobber-Kul, og Kobberanoden kan afkøles med Vand, naar der benyttes over 4 Kwtt Primærenergi.

Denne nye Stations maksimale Rækkeevne er endnu ikke prøvet. Det angives, at man om Bord i D. F. D. S.'s Damperskib *Hellig Olav*, der var forsynet med en *Poulsen's Station*, har modtaget fra Lyngby ud til en Afstand af ca. 2000 km. Energiforbruget var ca. 10 Kwtt.

Paa en mindre Forsøgsstation ved *Lynæs* (Nordsjælland) er det lykkedes med ét Luftnet at modtage samtidigt fra to Afsendere (i Lyngby), paa hvis Bølgelængde der kun var under 4 % Forskel.

Til transatlantisk Telegrafering er for Tiden under Opførelse en Station *Knockroe* (31 km fra *Tralee*, Irland). Stationens Net er vist i Fig. 59, Side 97, og den forsynes med 2 Dynamoer, hver paa 16 Kwtt ved 800 Volts Spænding. Stationen er iøvrigt indrettet som almindeligt; Elektroderne i Generatoren ere tykkere, og Vandafkølingen er omhyggeligt indrettet. Elektromagneterne til Buen ere 120 cm høje. Kapaciteten i Frembringerkredsen bestaar af et Antal Metalplader, som ere ophængte i Luften. Den samlede Kapacitet er 30 000 cm. Bølgelængden er 3000—5000 m, men kan iøvrigt varieres. Man antager fra denne Station at kunne række ca. 5000 km.

Til Udnyttelsen (udenfor de nordamerikanske Fristater) af *Poulsen's* og *Pedersen's* Patenter er i Forening med det engelske *de Forest's* Selskab dannet et Selskab under Navnet *The amalgamated Radio-Telegraph Company* med Forsøgslaboratorier i København og Berlin.

Det sidstnævnte Sted har man bl. a. forsøgt at undgaa Anvendelsen af Kohærer og Tikker ved at benytte et tilstrækkelig følsomt Galvanometer. Medens Wattforbruget ved de almindelige Relais'er, som benyttes ved Gnisttelegrafstationer, er ca. $2 \cdot 10^{-4}$ Watt, er det lykkedes at fremstille et Relais, der kun bruger ca. $2 \cdot 10^{-8}$ Watt. Et saadant Relais bestaar af en Drejespole, ophængt mellem Polerne af en permanent Staal-magnet (*Weston's* Princip). Paa Spolen anbringes en lille Platinfjeder, som ved Spolens Udslag ($10-20^\circ$) rører en Kontaktskrue og derved slutter Strømmen til et Morseapparat. Ved Hjælp af en Omskifter kan man udskyde Relais'et og indsætte et følsomt Galvanometer for at maaale Strømstyrken i Detektorkredsen (ca. 10^{-6} Amp). Der benyttes en Termo-detektor.

Telefunken.

107. Efter at *Poulsen's* Forsøg med udæmpede Svingninger vare offentliggjorte i Eftersommeren 1906, have forskellige Selskaber foretaget Forsøg med lignende Anordninger.

Telefunken anvender en Metode, hvor der ikke benyttes Brint eller Gas, men ogsaa den af *Poulsen* angivne Vandafkøling af Anoden i Forbindelse med rækkeforbundne Lamper.

I Fig. 206 er vist de to Elektroder. *A* er en hul Kobber-elektrode, der er fyldt med Vand og aaben foroven. Bunden er hul, og i denne gaar Kuleelektroden *B* et Stykke op. Det opnaaes paa denne Maade, at Luften faar en ringe Tilgang til selve Buen, saa at dens Temperatur bliver forholdsvis mindre.

Da man blot kan tage en bestemt Svingningsenergi fra Buen, saafremt Svingningerne skulle holdes uforandrede, kan man forøge den afgivne Energi ved at rækkeforbinde flere

Buer, saa mange som Driftsspændingen tillader. Skal Energien yderligere forøges, kan flere saadanne rækkeforbundne Lysbuer parallelforbindes.

De rækkeforbundne Lamper ere saaledes anbragte, at Kuleelektroderne kunne reguleres, ikke alene enkeltvis, men tillige samtidigt. I denne Hensigt ere Kuleelektroderne anbragte paa Metalfjedre, der ere isolerede og løst anbragte paa en fælles Aksel. Fjedre holde Kullene op mod Metalelektroderne, og ved en fælles Klemmestrik kunne alle Fjederholderne fastklemmes i denne Stilling. Ved at nedtrykke en Nøgle kan man da bibringe alle Kullene en samtidig, nedadgaaende Bevægelse, og alle Lamperne tændes. Nøglens Bevægelse er afpasset efter Buelængden, og Nøglen kan sættes fast i sin nedtrykkede Stilling. Lysbuerne ere da ens i alle Lamper og skulle efter Sigende kunne holde sig konstante i flere Timer.

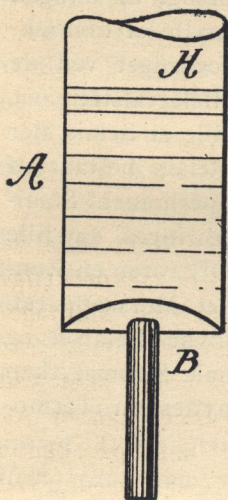


Fig. 206.

Med denne Anordning har man med godt Resultat prøvet Telegrafering over længere Afstande, men Firmaet lægger dog for Tiden udelukkende Hovedvægten paa Gnisttelegrafien. Derimod anvender man de udæmpede Svingninger til Radiotelefoni.

VIII. RADIOTELEFONI.

Ved Radiotelefoni betegnes med et fælles Navn alle de Metoder, hvorpaa man søger at overføre den menneskelige Tale paa større Afstande, uden at Afsende- og Modtagestationen ere forbundne ved Traadledninger.

Den naturligste traadløse Overføring af Talen sker ved Hjælp af Lydbølger: det menneskelige Stemmeorgan er Afsender og Øret Modtager. De Taleafstande, som paa denne Maade kunne opnaaes, ere imidlertid stærkt begrænsede. Ved Hjælp af Parabolspejle, i hvis Brændpunkter er anbragt højtlydende Mikrofoner og Telefoner, har man kunnet overføre Talen paa ca. 1500 m's Afstand.

Skal man imidlertid have en Mulighed for at kunne tale over større Afstande, maa man benytte andre Fremgangsmaader.

108. *Fotofoni.* Bell (Telefonens Opfinder) konstruerede sammen med Tainter den saakaldte *Fotofon* (1878), hvor Talen overførtes ved Hjælp af Lysets Indvirkning paa *Selén*. Dette Grundstof henhører til Svovlgruppen og har den Egenskab, at dets elektriske Modstand formindskes, naar det belyses, og i Forhold til Belysningens Styrke.

Afsenderen bestod af en Taletragt *M* (Fig. 207,₁) med en forsolvet Glasmembran. Solstraaler (eller Lysstraaler fra en Buelampe *L*) kastedes ved Spejl og Linse hen paa Membranen og tilbagekastedes fra denne til et Parabolspejl *S*, i hvis Brændpunkt fandtes en *Seléncelle*, indsat i et Kredsløb med

Telefon *T* og Batteri *B*. Naar man talte mod Membranen, bragtes den til at vibrere og blev derved snart konkav, snart konveks. De parallelle Lysstraaler kom da til at divergere og konvergere, og Belysningen (og dermed Seléncellens Modstand) blev paa denne Maade vekslende. Telefonmembranen sættes i tilsvarende Svingninger, og man hørte Talen. Den opnaaede Taleafstand var imidlertid kun ca. 215 m (1880).

109. *Termofoni*. Bell har ogsaa forsøgt at anvende de

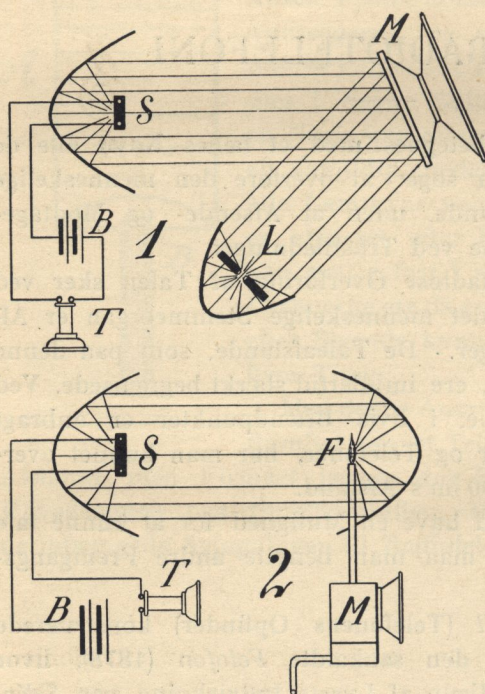


Fig. 207.

Varmestraaler, der udgik fra et Spejl med Buelampe. Som Modtager benyttedes et Parabolspejl, i hvis Brændpunkt var anbragt en lille Glasbeholder med en sort Korkkugle. Fra Glasbeholderen førte en Slange til et Par Hørerør. Ved den vekslende Varmebestraaling paa Glasbeholderen, der fandt Sted, naar man som ovenfor talte i Lydtragten, udvidede Korkkuglen sig forskelligt, og der fremkom i Glasbeholderen og i Slangen en Luftbevægelse, som

satte Telefonmembranen i tilsvarende Svingninger. Taleafstanden var dog kun 100 m.

110. *Lystelefoni*. Gittay har forsøgt en anden Fremgangsmaade (1881). Som Afsender benyttede han en *Königs-Kapsel*, og en Membran, der dannede Bunden i en lille, cylindrisk Daase *M* (Fig. 207, 2). Fra denne førte et Rør til en lille Spidsbrænder *F*, anbragt i Brændpunktet af et Parabolspejl.

Daasen stod ved en Kautsjukslange i Forbindelse med en Gasbeholder. Man talte mod Membranen, og ved dennes Svingninger blev Trykket i Daasen varierende, hvad der fremkaldte usynlige Forandringer i Flammens Styrke. Disse Variationer ere imidlertid tilstrækkelige til at paavirke en i et andet Spejl anbragt Seléncelle *S* med Telefon *T*. Man opnaaede kun en kort Taleafstand.

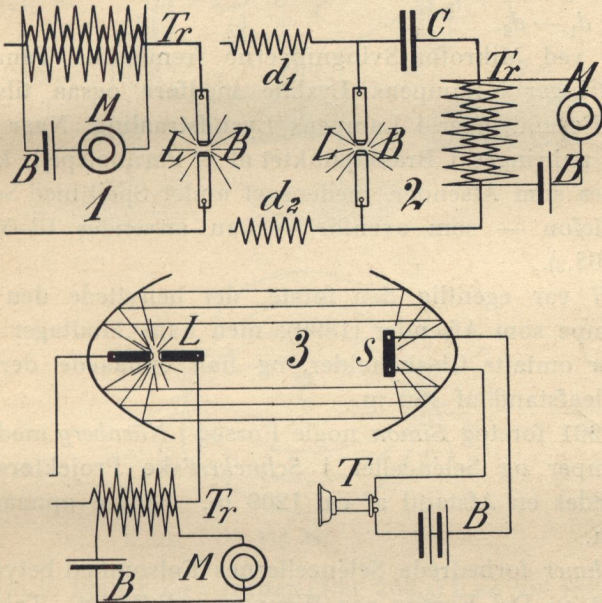


Fig. 208.

Der indtraadte en betydelig Fremgang i Radiotelefonien, da *Simon* (1898) fremkom med den syngende (talende) Buelampe.

Fig. 208₁ viser et Strømskema. *L* — *B* er en Jævnstrømslysbue, i hvis Kredsløb er indsat en Transformator *Tr*. Dens primære Vikling indeholder en Mikrofon *M* og et Mikrofonbatteri *B*. Naar man taler ind i Mikrofonen, frembringes Svingninger (med samme Vekseltal som Talen) i Buelampens Strømstyrke. De deraf opstaaede Temperaturforandringer

medføre Rumfangsændringer i de Luftarter, som findes i Buen, og paa denne Maade fremkommer Lyden.

Duddell har benyttet en noget anden Kobling (1900) (Fig. 208,2). Selvinduktionsspolen i en *Duddell's* Svingningskreds (se iøvrigt § 13, Side 27) benyttedes som Primærspole i en Transformator T_r , hvis Sekundærspole var forbundet med en Mikrofon M og et Batteri B . For at udelukke Mikrofon-svingningerne fra Lysbuens Strømkreds, anbragtes Dæmpespoler $d_1 - d_2$.

De ved Mikrofon-Svingningerne fremkaldte Temperaturforandringer i Lampens Lysbue medføre ogsaa tilsvarende smaa Forandringer i Lampens Lysudstraaling. Naar Lampen derfor anbringes i Brændpunktet af et Parabolspejl, kan dette benyttes som Afsender, medens et andet Spejl med Seléncelle og Telefon — som ovenfor — kan anvendes til Modtager (Fig. 208,3).

Bell var egentlig den første, der benyttede den talende Buelampe som Afsender (1899), men hans Modtager var den ovenfor omtalte Glasbeholder, og han opnaaede derfor kun en Taleafstand af 120 m.

I 1901 foretog *Simon* nogle Forsøg i *Nürnberg* med talende Buelamper og Selénceller i *Schuckert'ske* Projektører. Der opnaaedes en Afstand af ca. 1200 m. Senere opnaaedes ca. 2,5 km.

Ruhmer forbedrede Seléncellernes Følsomhed betydeligt og afholdt en Del Forsøg paa *Wannsee* ved Berlin. Talen overførtes i en Afstand af ca. 7 km. Ved Afsenderen benyttedes en 35 cm Projektør og ved Modtageren et 50 cm Parabolspejl. Senere Forsøg gave en Afstand af ca. 15 km. Det fremgik af Forsøgene, at de større *Schuckert'ske* Projektører egnede sig udmærket til denne Art Telefoni. Lampens Strømstyrke skal være lille, højst 10 Ampere, for at Mikrofon-Svingningerne kunne gøre sig gældende. Atmosfærens Tæthed spiller selvfølgelig en stor Rolle.

Lystelefoni har været anvendt mellem Krigsskibe og kan i visse Tilfælde benyttes med Fordel, men alene paa Grund

af Jordens Krumning er der givet en Grænse for den Afstand, som man kan opnaa.

111. *Hydro- og Induktionstelefoni.* Ad andre Veje har man søgt at opnaa en Telefonering uden Traad. Ved *Hydrotelefonien* benyttes galvaniske Strømme gennem Jord eller Vand.

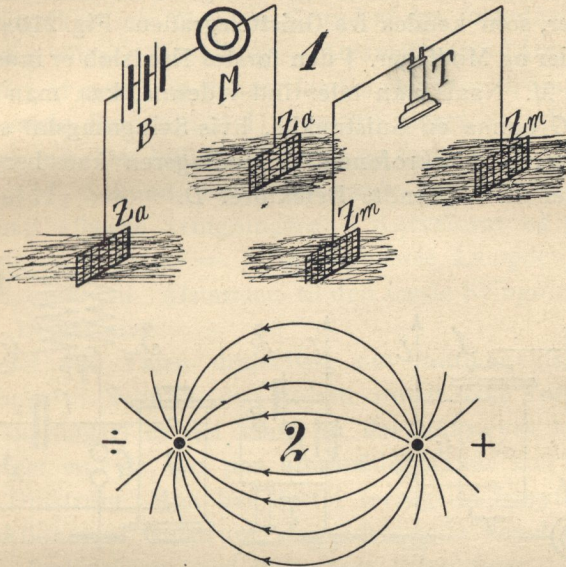


Fig. 209.

Anbringes to Plader Za i Jorden (Fig. 209,1) i en vis indbyrdes Afstand, og forbindes de over Jorden med et Batteri og en Mikrofon, ville Strømlinier ikke alene findes direkte mellem de to Plader, men de brede sig tillige ud i Jorden (Fig. 209,2). Anbringes to andre Plader Zm (Fig. 209,1) indenfor Strømlinernes Omraade, optages disse af Pladerne, og denne ringe Brøkdel af den udsendte elektriske Energi kan sendes gennem en Telefon.

Ducretet foretog (1902) nogle Forsøg, hvor der med en Afstand af 60 m mellem to sammenhørende Plader opnaaedes en Telefonafstand paa 1 km. Iøvrigt har denne Art Telefoni ikke faaet nogen praktisk Betydning.

Det samme gælder *Induktionstelefoni*, hvor Overføringen

sker ved elektromagnetisk Induktion mellem parallelt udspændte Traade. *Preece* og *Gavey* have særligt beskæftiget sig med Induktionstelefon. Der opnaaedes i 1899 en Telefonafstand af 13 km, men rigtignok ved Anvendelse af 11 km parallelt udspændte Traade.

112. *Gnisttelefoni*. Man har forsøgt at anvende de samme Principper, som kendes fra Gnisttelegrafien. Fig. 210,₁₋₂ viser en Afsender og Modtager. I den førstes Kredsløb er indskudt en Mikrofon *M*. Naar man taler ind i denne, kan man i Gnistrummet *G* opnaa en Gnistrække, hvis Svingningstal svarer til Svingningerne i Mikrofonen. I Modtageren kan benyttes en eller anden af de kendte Detektorer *D*.

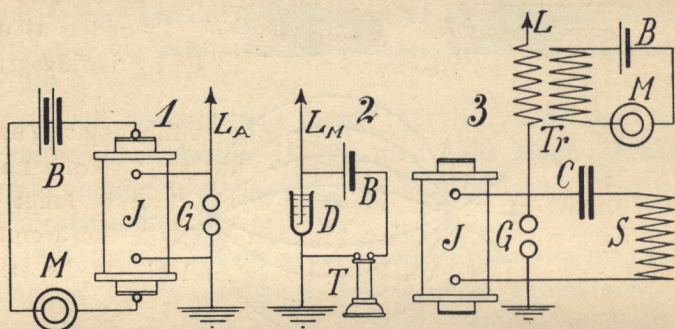


Fig. 210.

I Stedet for at benytte en Mikrofon i selve Induktorkredsen, kan man ogsaa benytte en talende Buelampe. *Fessenden* har angivet en anden Forbindelsesmaade, hvor der fremkaldes Ændringer i Svingningernes Vekseltal (Fig. 210,₃). I Lufttraaden er anbragt en Transformator *T_r* (med Jernkærne), og ved Strømforandringerne i Mikrofonkredsen forandres Lufttraadens Selvinduktion.

Medens man ved disse og lignende Metoder kan faa gengivet en Tone, er det kun lykkedes at gengive Talen yderst mangelfuldt. Grunden hertil maa søges i, at det i Almindelighed kun er Grundtonen, der fremkalder en Gnistovergang, medens Overtonerne ikke have tilstrækkelig Energi til at hidføre den nødvendige Spænding.

Naar Induktoren fødes med Jævnstrøm eller Vekselstrøm, faar man i Almindelighed et forholdsvis ringe Antal kraftige, men stærkt dæmpede Udladninger pr. Sekund. Antager man, at en Svingningskreds har en Frekvens paa 1 Million og afbrydes Induktorens Primærstrøm ca. 100 Gange pr. Sekund, skal man for hver Afbrydning have 10 000 Svingninger i Frembringerkredsen. Men paa Grund af den forholdsvis stærke Dæmpning, aftager Spændings — (Strømstyrke) — Amplituderne saa hurtigt, at man kun opnaar faa Gnister i Gnistrummet. Lad det opnaaede Svingningstal være 20; deres Varighed er da $\frac{1}{50000}$ Sekund. Der indtræder derfor en forholdsvis lang Pavse, nemlig $\frac{499}{50000}$ Sekund, inden de næste Svingninger begynde. Vilde man aflægge Svingningerne i Kurveform og give hver Svingning en Abscisse = 1 cm, blev hele Længden af de 20 Svingninger 20 cm. Afstanden til den næste Svingningsgruppe blev da 10 000 cm.

Da det ved Talen drejer sig om indtil nogle Tusinde Svingninger pr. Sekund (den højeste musikalske Tone har ca. 4000 Svingninger) er det klart, at der udkræves langt flere Svingninger end de, der paa almindelig Maade kan frembringes i et Gnistrum. Man har derfor forsøgt at benytte særlige Konstruktioner af Gnistrum, dog uden gode Resultater.

113. *Radiotelefoni med udæmpede Svingninger.* Man har ogsaa prøvet at benytte Højfrekvensmaskiner (*Tesla, Fessenden, Ruhmer*), men som tidligere omtalt (§ 13, Side 32) er det meget vanskeligt at fremstille Maskiner med tilstrækkelig høj Frekvens, og de afholdte Forsøg med Telefoni ad denne Vej have først i den seneste Tid ført til praktiske Resultater.

Duddell's og *Simon's* Undersøgelser over Frembringelsen af udæmpede Svingninger førte straks Tanken hen paa disses Anvendelse ved Radiotelefoni, men det forholdsvis lave Svingningstal var, ligesom ved Radiotelegrafien, en Hindring for at løse Problemet paa tilfredsstillende Maade.

a. *Poulsen's* Metode til Frembringelsen af et højt Vekselstal har banet Vejen for en Radiotelefoni over større Afstande, og *Poulsen* var selv den første, der foretog Forsøg med en saadan Telefonering.

I Fig. 211, a og b er vist to forskellige Forbindelsesmaader. I a er Mikrofonen direkte indsat i Lufttraaden, medens b viser Mikrofonen induktivt forbundet med Lysbueens Primærkredsløb. Der anvendes intet Magnetfelt ved Lysbuen. Naar man taler ind i Mikrofonen, forandres Modstanden i denne, og Modstandsændringerne bevirke en Variation i Amplituden af de Svingninger, som udstraales fra Nettet. Som Modtager benyttes en af *Poulsen's* almindelige Modtageanordninger med Termidetektor. De i Modtageren inducerede Svingninger ville paa Grund af deres varierende Amplitude fremkalde en varierende Strømstyrke i Telefonen, og dens Membran vil bevæge sig i Takt med Mikrofonmembranen. Med en Modtager-Lufttraad paa kun 5 m Højde opnaaedes i Lyngby en Telefonafstand paa 200 m (1906).

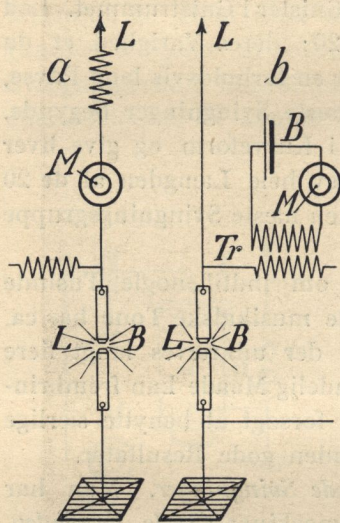


Fig. 210.

Poulsen's videre Forsøg med Radiotelefoni traadte imidlertid i Baggrunden for hans Arbejde med Telegrafien, men nye Forsøg ere nu optagne, og det er lykkedes at overføre Musik til Stationen i Lyngby fra en *Poulsen's* Forsøgsstation i Weissensee ved Berlin (Afstand ca. 400 km).

b. *Telefunken*. Til Frembringelse af de udæmpede Svingninger benyttes den i § 107, Side 319, omtalte Metode med Lysbue mellem Kul og en vandafkølet Elektrode. Frembringerkredsen dannes af Lysbuen, en Kapacitet og Selvinduktion. Induktivt til denne Kreds kobles Luftnettet. Den tilførte Energi varieres ved, at man taler ind i en med Luftnettet forbunden Mikrofon.

Ved Modtageren benyttes en *Schloemilch's* Detektor og en Telefon.

Fig. 212. viser en Station. Fra Strømfordelingsbordet (til højre) føres Jævnstrømsledningerne over den venstre, bageste

Bordkant til en Hovedafbryder og derfra til Reguleringsmodstandene. Fra disse føres Strømmen til de to under Bordet anbragte Dæmpespoler (med eller uden Jernkærner) gennem

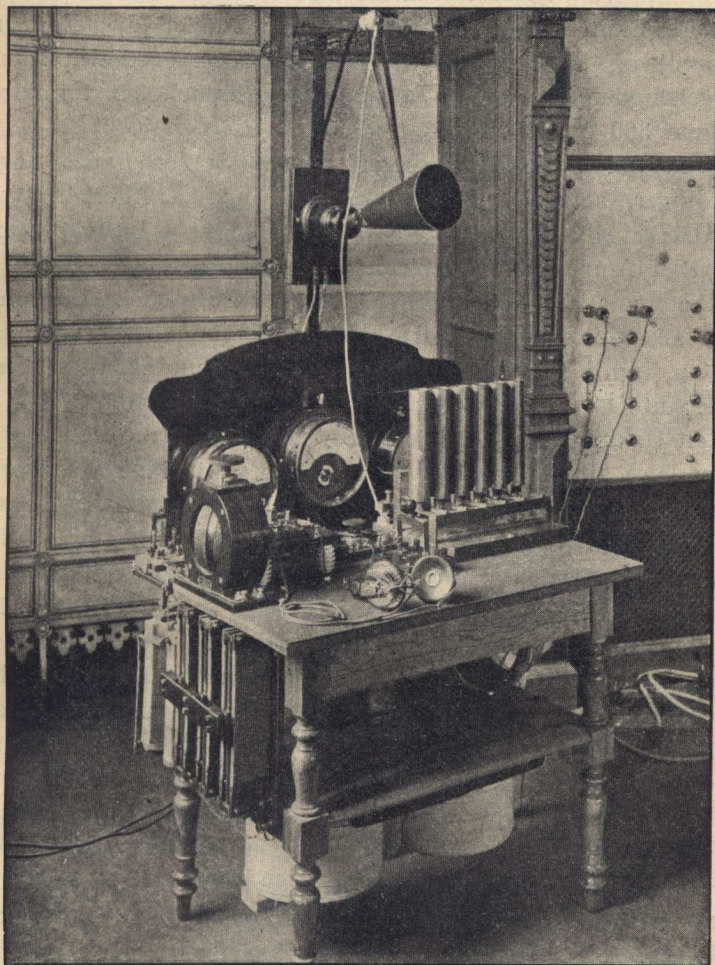


Fig. 212.

det til højre paa Bordet anbragte Amperemeter til Buelamperne. Her anvendes 12 i Række forbundne Buelamper, som ved 220 Volt bruge 4 Amp. Længden af hver Lysbue kan ind-

stilles ved Mikrometerskruer. Kullenes Forbrænding sker yderst langsomt, saaledes at det kun fra Tid til anden er nødvendigt at regulere samtlige Lysbuer ved Hjælp af en fælles Skrue.

Lampeggruppen er forbundet med en Kondensator (til venstre for Lamperne), et Varmtraadsamperemeter (over Kondensatoren) og en Selvinduktion (til højre under Bordpladen). Bølgelængden kan ved Variation af Kapaciteten forandres mellem 300 og 800 m.

Ved Siden af Frembringerkredsens Spoler findes nogle Vindinger, som tjene til Koblingen med Luftnettet. Over Bordet er Mikrofonen anbragt. Desuden er i Luftnettet anbragt et Amperemeter (til venstre paa Bordet), ved Hjælp af hvilket man kan kontrolere Energien i Luftnettet. Forinden man afsender, prøves Afstemningen, idet man varierer Kapaciteten, indtil Amperemetret viser et Maksimumsudslag. Ved Hjælp af Omskifteren paa Midten af Bordet kan man ved et enkelt Haandgreb afbryde Frembringerkredsen, skifte om fra Afsendelse til Modtagelse og derved tilslutte Modtageapparaterne.

Til venstre paa Bordet findes Modtageapparaterne, der bestaa af en Detektor med tilhørende Apparater, anbragte paa en Ebonitplade, der hviler paa 4 Porcellænsisolatorer. Til venstre for Apparatet findes et *Variometer*, ved hvis Hjælp Luftnettet og Modtagerkredsen kan afstemmes. Et Variometer bestaar af to indeni hinanden anbragte, rækkeforbundne Spoler, af hvilke den inderste er drejelig. Den kan stilles koncentrisk med den ydre Spole, vinkelret paa denne eller i en Mellemstilling, og paa denne Maade kan Selvinduktionen varieres.

I Fig. 213 er vist et Strømløbsskema over Afsender og Modtager. Primærspændingen er 440 Volt, Strømstyrken i Lamperne ca. 4,5 Amp, i Luftnettet (under Afsendelse) ca. 0,5 Amp. Med saadanne Apparater har man opnaaet tydelig Tale mellem Stationer i *Berlin* og *Nauen* (ca. 36 km).

c. *De Forest*. De udæmpede Svingninger frembringes efter *Poulsen's* Anordning. Til en Jævnstrømslysbue shunttes, en Kapacitet og en Selvinduktion, der danner den primære Vikling af en Transformator, hvis sekundære Vikling foroven

er forbundet til Luftnettet, fornedet til *Jord*. Mikrofonen ind-sættes mellem Sekundærspolen og Jordforbindelsen, da Spændingen her er mindst. Mikrofonen vil ellers hurtigt blive ødelagt af den Gnistdannelse, som finder Sted mellem Kulkornene, naar Spændingen er stor. *De Forest* anvender ikke Gas eller Brint i Generatoren, men benytter en Spritlampe som ved *Poulsen's* første Forsøg (Side 308). Svingningernes Vekseltal kan varieres fra 100 000 til 700 000.

Det samme Luftnet benyttes baade til Afsendelse og Modtagelse. Ved Hjælp af en Omskifter kan man forbinde Luftnettet enten med Afsenderen eller med Modtageren. Ved Mod-

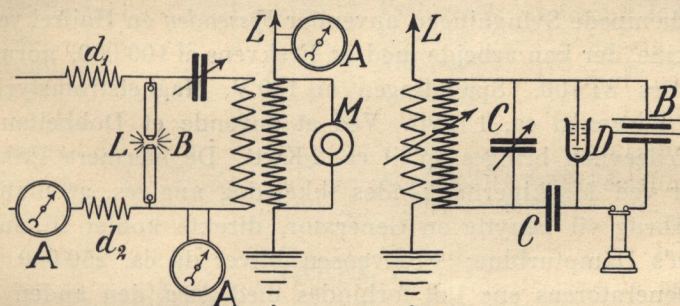


Fig. 213.

tageren benyttes induktiv Kobling, og en af de almindeligt kendte Detektorer og Detektorforbindelser kan anvendes. *De Forest* benytter den af ham konstruerede *Audion* (Side 135) med Tantaltraad og en Platinplade. Naar Svingninger modtages, vil Modstanden i Rummet mellem Tantaltraaden og Platinpladen variere proportionalt med Amplituderne, og Telefonmembranen vibrerer derfor i Takt med Lydpladen i Mikrofonen. Til en Station hører endvidere en Morsenøgle og en Slags *Summer*, ved Hjælp af hvilke man kan udelukke Mikrofonen, og kalde en anden Telefonstation op. Endvidere kan man telegrafisk repetere vanskelige Kodeord el. lign.

Telefonapparater af denne Slags ere i Slutningen af Aaret 1907 installerede i 34 amerikanske Krigsskibe, deriblandt 6 Torpedojagere. Den garanterede Telefonafstand med disse

Apparater er ca. 10 km, men det angives, at man har opnaaet telefonisk Forbindelse paa indtil 40 km. Apparaterne forfærdiges af *De Forest Radio Telephone Co.*, New York.

d. *Fessenden* Det angives af *Fessenden*, der i de senere Aar har arbejdet med Radiotelefoni, at der i Sommeren 1907 har været Radiotelefonforbindelse mellem Stationer ved *Brant Rock* og *New York* (Afstand ca. 350 km, hvoraf 75 % over Land). Den førstnævnte Station er bygget til transatlantisk Telegrafering, og Luftnettet bæres af et ca. 100 m højt Taarn. Stationen ved New York havde kun en enkelt 60 m høj Mast.

Medens de ovennævnte Firmaer mere eller mindre fuldstændigt benytte en *Poulsen*-Generator til Frembringelsen af de udæmpede Svingninger, anvender *Fessenden* en Højfrekvens-maskine, der kan arbejde med en Frekvens af 100 000, normalt benyttes 81 700. Spændingen er 150 V, Magnetstrømstyrken 5 A, Ydeevnen ca. 1 Kwtt. Ved at anvende et Dobbeltanker kan Ydeevnen bringes op til ca. 2 Kwtt. De nærmere Enkeltheder ved Maskinerne kendes ikke, dog angives, at man til Skibsbrug vil benytte en Generator, direkte koblet til en *de Laval's* Damp turbine; Frekvensen bliver da ca. 250 000.

Generatorens ene Pol forbindes med *Jord*, den anden Pol med Mikrofonen, hvortil Luftnettet er forbundet direkte. Naar Mikrofonen er kortsluttet, er den største Strømstyrke i Luftnettet ca. 6 Amp. Er Mikrofonen indsat, er Strømstyrken ca. 5 Amp. Mikrofonen er forholdsvis lille og kan uden skadelig Opvarmning taale 5 Amp.

Til Modtagelse benyttes en af de almindelige Detektoranordninger, ved hvilke Detektoren kan indsættes direkte i Luftnettet eller kobles til dette.

TILLÆG.

TABEL I.
Dielektricitetskonstanter.

Materiale	k	Materiale	k
Paraffin.....	1,7—2,3	Petroleum	2,2
Papir	1,8—2,6	Rapsolie	2,3
Ebonit	2—3	Alkohol	25—33
Svovl	2—4	Vand	81
Porcellæn.....	4,4	—	
Glimmer og }	4—8	Atmosfærisk Luft og	
Mikanit }		andre Luftarter	1
Glas	4—10		

TABEL II.
Formler for Kapaciteter.

[C = Kapacitet i elektrostatiske Enheder (cm). (Ved Division med 900 000 omsættes Udtrykkene til Mf), k = Dielektricitetskonstant, r = Radius (cm), l = Længde (cm), d = Afstand (cm) og S = Areal (cm²).]

Kugle..... $C = kr$

To koncentriske

$$\text{Kugler ... } C = k \frac{rr_1}{r_1 - r}$$

To koncentriske

$$\text{Cylindre .. } C = k \frac{l}{2 \ln \frac{R}{r}}$$

Lodret Traad i

Højde h cm over

$$\text{Jorden ... } C = k \frac{l}{2 \ln \frac{2h}{r}}$$

To parallelle

$$\text{Flader ... } C = k \frac{S}{4\pi d}$$

To parallelle

$$\text{Traade .. } C = k \frac{l}{4 \ln \frac{d}{r}}$$

TABEL III.

Formler for Selvinduktionskoefficienter.

Længden er udtrykt i cm og Induktionskoefficienten i cm. Ved Division med 10^9 omsættes Udtrykkene til Henry.

Solenoid med ét Traadlag. Er Spolen saa lang, at man kan se bort fra Virkningen ved Enderne, og er Q Tværsnittet af Solenoiden, z Vindingstallet, har man:

$$L = \frac{4\pi z^2 Q}{l} = \frac{4\pi^2 z^2 r^2}{l}.$$

Lang, cylindrisk Spole med jævn Bevikling. Hvis R = den ydre, r = den indre Radius, har man:

$$L = \frac{4}{3} \pi^2 \frac{z^4}{l^3} (R-r) (R^3 - r^3).$$

Flad Spole (indre Diameter stor i Forhold til Viklingsrummet):

$$L = 4\pi z^2 R \left(\ln \frac{8R}{r} - 2 \right).$$

Ringformet Spole: $l = 4\pi z^2 (R - \sqrt{R^2 - r^2})$.

Retlinet Traad. Afstand fra Jorden = d .

$$L = 2l \ln \frac{2d}{r}.$$

To parallelle Traade forbundne til en Sløjfe (Samlet Længde l).

$$L = l \left(2 \ln \frac{d}{r} + 0,5 \right).$$

Traadring. Betyder r_r Ringens Radius og r_t Traadens Radius, har man:

$$L = 4\pi r_r \left(\ln \frac{8r_r}{r_t} - 2 \right).$$

I nedenstaaende Tabel er anført Værdien af L , svarende til forskellige Værdier af r_r og r_t .

r_t cm	r_r									
	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
0,05	125,4	294,3	479,7	675,8	879,8	1090	1305	1526	1750	1977
0,1	103,6	250,8	414,4	588,7	770,9	959,5	1053	1352	1554	1760
0,15	90,9	225,3	376,2	537,7	707,2	883	1064	1250	1439	1632
0,2	81,8	207,2	349,1	502,6	662	828,8	1001	1177	1358	1542
0,25	74,8	193,2	328	473,5	627	786,7	951,8	1121	1295	1472
0,3	69,1	181,8	310,9	450,6	598,3	752,4	911,7	1075	1243	1414
0,35	64,3	172,1	296,3	431,3	574,1	723,3	877,8	1037	1200	1366
0,4	60,1	163,7	283,7	414,5	553,2	698,1	848,4	1003	1162	1324
0,45	56,4	156,3	272,6	399,7	534,6	675,9	822,5	973,6	1128	1287
0,5	53,1	149,7	262,7	386,4	518,1	656,1	799,3	947,1	1099	1254

TABEL IV.

Bølgelængde og Vekseltal.

λ = Bølgelængde i m; n = Vekseltal.

λ	n	λ	n	λ	n
100	$6 \cdot 10^6$	600	10^6	1100	$5,5 \cdot 10^5$
150	$4 \cdot 10^6$	650	$9,2 \cdot 10^5$	1200	$5 \cdot 10^5$
200	$3 \cdot 10^6$	700	$8,6 \cdot 10^5$	1300	$4,6 \cdot 10^5$
250	$2,4 \cdot 10^6$	750	$8 \cdot 10^5$	1400	$4,3 \cdot 10^5$
300	$2 \cdot 10^6$	800	$7,5 \cdot 10^5$	1500	$4 \cdot 10^5$
350	$1,7 \cdot 10^6$	850	$7,0 \cdot 10^5$	1600	$3,7 \cdot 10^5$
400	$1,5 \cdot 10^6$	900	$6,7 \cdot 10^5$	1700	$3,5 \cdot 10^5$
450	$1,3 \cdot 10^6$	950	$6,3 \cdot 10^5$	1800	$3,3 \cdot 10^5$
500	$1,2 \cdot 10^6$	1000	$6 \cdot 10^5$	1900	$3,16 \cdot 10^5$
550	$1,1 \cdot 10^6$			2000	$3 \cdot 10^5$

TABEL V.

Gnistkuglers Størrelse og Gnislængder.

e = Gnistspænding i Kilovolt; d = Gnistkuglers Diam. i cm;
 l = Gnislængde i mm.

$d = 5$		$d = 2$		$d = 1$		$d = 0,5$	
l	e	l	e	l	e	l	e
5	18,360	1	4,710	1	4,800	1	4,830
6	21,600	2	8,100	2	8,370	2	8,370
7	24,540	3	11,370	3	11,370	3	11,340
8	27,330	4	14,490	4	14,550	4	13,770
9	30,090	5	17,490	5	17,310	5	15,720
10	32,850	6	20,370	6	19,920	6	17,190
11	35,580	7	23,250	7	22,050	7	18,300
12	38,310	8	26,040	8	24,090	8	19,020
13	41,010	10	31,290	9	25,590	10	20,190
14	43,680	12	35,490	10	27,000	15	22,320
15	46,230	14	38,640				
16	48,660	16	41,280				

TABEL VI.

Gnistspænding og Gnislængde.

(Mellem Messingkugler, 2 cm i Diam.)

1 cm	e Volt	1 cm	e Volt	1 cm	e Volt	1 cm	e Volt
0,1	4 700	1,4	38 700	2,7	54 900	4,0	64 200
0,2	8 100	1,5	40 300	2,8	55 800	4,1	64 800
0,3	11 400	1,6	41 300	2,9	56 700	4,2	65 400
0,4	14 500	1,7	43 200	3,0	57 500	4,3	66 000
0,5	17 500	1,8	44 700	3,1	58 300	4,4	66 600
0,6	20 400	1,9	46 100	3,2	59 000	4,5	67 200
0,7	23 250	2,0	47 400	3,3	59 700	4,6	67 800
0,8	26 100	2,1	48 600	3,4	60 400	4,7	68 300
0,9	28 800	2,2	49 800	3,5	61 100	4,8	68 800
1,0	31 300	2,3	51 000	3,6	61 800	4,9	69 300
1,1	33 300	2,4	52 000	3,7	62 400	5,0	69 800
1,2	35 500	2,5	53 000	3,8	63 000		
1,3	37 200	2,6	54 000	3,9	63 600		

TABEL VII.

Amplitudeforhold og Dekrement.

Ifølge § 18 er Amplitudeforholdet $= e^{\delta T}$ og $d = \delta T$
 $=$ Dekrementet.

d	Amplitudeforhold	d	Amplitudeforhold
0,001	100: 99,9 = 1,001	0,09	100: 91,4 = 1,094
0,002	» 99,8 = 1,002	0,095	» 90,9 = 1,10
0,003	» 99,7 = 1,003	0,1	» 90,5 = 1,105
0,004	» 99,6 = 1,004	0,15	» 86,1 = 1,16
0,005	» 99,5 = 1,005	0,2	» 81,9 = 1,22
0,006	100: 99,4 = 1,006	0,25	100: 77,9 = 1,28
0,007	» 99,3 = 1,007	0,3	» 74,1 = 1,35
0,008	» 99,2 = 1,008	0,35	» 70,5 = 1,42
0,009	» 99,1 = 1,009	0,4	» 67,0 = 1,49
0,01	» 99,0 = 1,01	0,45	» 63,8 = 1,57
0,015	100: 98,5 = 1,015	0,5	100: 60,7 = 1,65
0,02	» 98,0 = 1,02	0,55	» 57,7 = 1,73
0,025	» 97,5 = 1,025	0,6	» 54,9 = 1,82
0,03	» 97,0 = 1,03	0,65	» 52,2 = 1,92
0,035	» 96,6 = 1,036	0,7	» 49,7 = 2,01
0,04	100: 96,1 = 1,041	0,75	100: 47,2 = 2,12
0,045	» 95,6 = 1,046	0,8	» 44,9 = 2,23
0,05	» 95,1 = 1,051	0,85	» 42,7 = 2,34
0,055	» 94,6 = 1,057	0,9	» 40,7 = 2,46
0,06	» 94,2 = 1,062	0,95	» 38,7 = 2,59
0,065	100: 93,7 = 1,067	1	100: 36,8 = 2,72
0,07	» 93,2 = 1,073	1,5	» 22,3 = 4,48
0,075	» 92,8 = 1,078	2	» 13,5 = 7,39
0,08	» 92,3 = 1,083	2,5	» 8,2 = 12,2
0,085	» 91,9 = 1,089	3	» 5,0 = 20,1