

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

TEKNISK B

TELEGRAFERING UDEN TRAAD

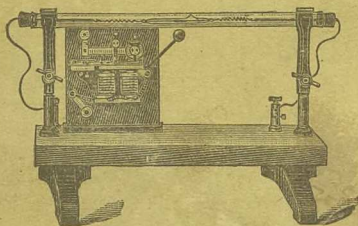
— EFTER MARCONIS METODE —

POPULÆRT FREMSTILLET

AF

F. BARMWATER

CAND. MAG.



KØBENHAVN

JUL. GJELLERUPS FORLAG

For Norge og Sverrig: Alb. Cammermeyers Forlag, Kristiania

1898

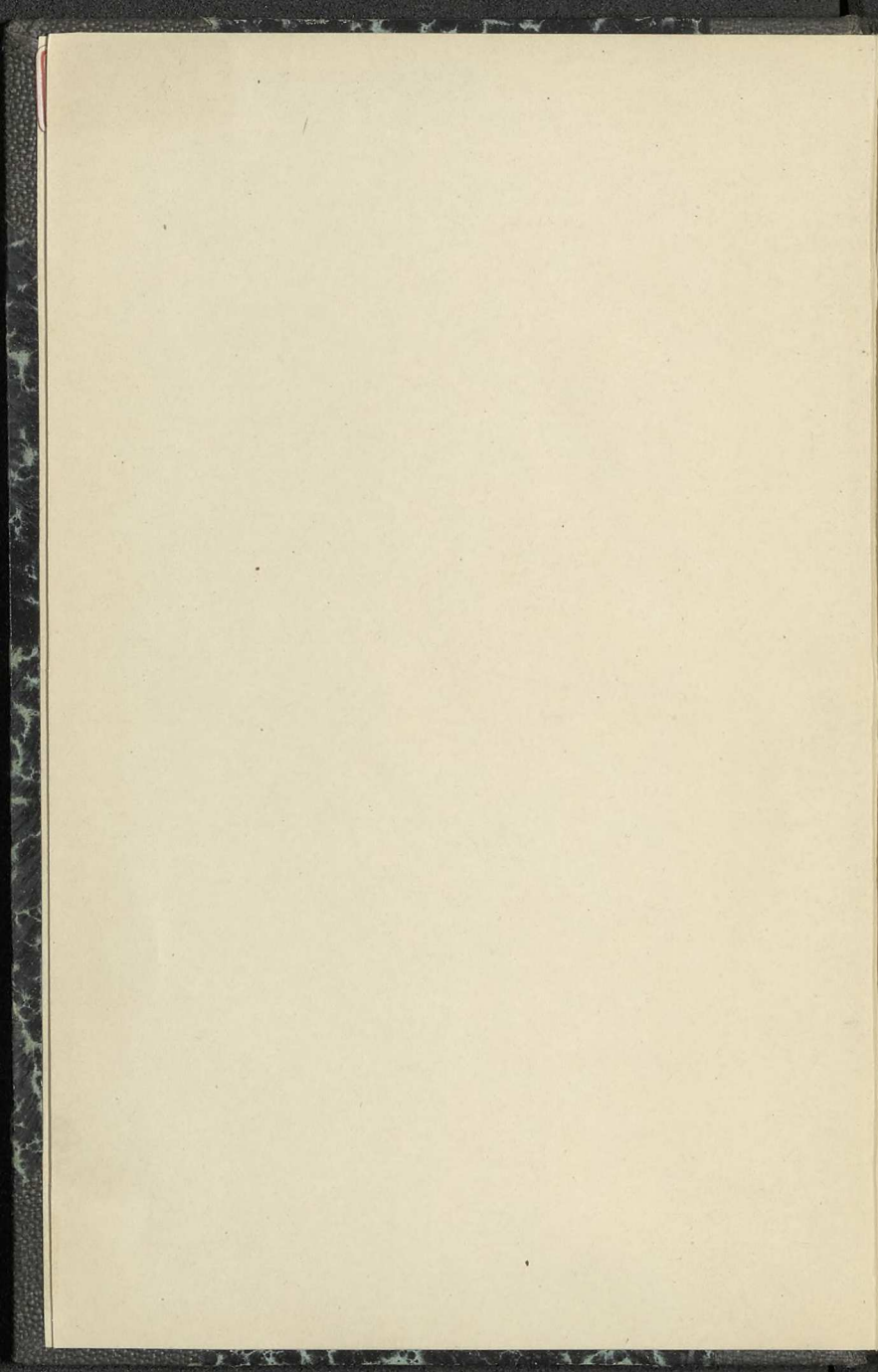
57.

UNDR

H.M. WISSING
BOGBINDERI PROTOKOL &
ÆSKEFABRIK
ROSENGAARDEN 11

621.396.1
98.

TEKNISK BIBLIOTEK



TEKNISK BIBLIOTEK

F. BARMWATER

TELEGRAFERING UDEN TRAAD

TELEGRAFERING UDEN TRAAD

EN POPULÆR FREMSTILLING
AF DE ELEKTRISKE SVINGNINGSFÆNOMENER

AF

F. BARMWATER
CAND. MAG.

MED 31 FIGURER



KØBENHAVN

JUL. GJELLERUPS FORLAG

For Norge og Sverrig: Alb. Cammermeyers Forlag, Kristiania

1898

✓ COHENS BOGTRYKKERIER
(GEORG A. BACH).

FØRSTE KAPITEL

Tidligere Telegraferingsmetoder.

Trangen til hurtig at skaffe sig Underretning om Bcgivenheder, der ere foregaaede fjærnt fra En, har været til Stede lige siden Menneskene begyndte at træde i nærmere Berøring med hverandre, og Forsøgene paa Telegrafering vil derfor kunne forfølges til de tidligste Tider. De først anvendte Midler have været yderst simple, f. Eks. Opstilling af Vagtposter, der raabte Nyhederne til hverandre eller tændte et Blus, hvilket saa betød, at en forventet Hændelse var indtruffen. I Æskylos's Tragedie »Agamemnon« faar saaledes Clytemnestra Underretning om, at Agamemnon har indtaget

Troja, samme Nat, som Slaget har staaet, skønt Afstanden var 70 Mil; paa Forespørgsel om hvordan det er gaaet til, at hun saa hurtig har faaet Bud, beskriver hun, hvorledes den ene Vagtpost har set og tændt Signalblusset efter den anden; da hun saa saa' den længe ventede Ild paa den nærmeste Post, vidste hun, at den lykkelige Begivenhed var indtraadt.

Polybius fortæller om en Krigstelegraf, som blev opfundet af Æneas Aar 336 f. Chr. Paa de forskellige Stationer anbragtes Vandbeholdere med en Udløbsaabning paa Siden; alle Beholdere vare fuldkommen ens, saa at de kunde tømmes i samme Tid. Paa Vandet flød en Svømmer, hvorfra der gik en inddelt Stang i Vejret; ved de forskellige Inddelinger var skrevet Sætninger, der skulde telegraferes, ens paa samtlige Stænger. I det Øjeblik, Telegraferingen begyndte, hævedes en Fakkelt i Vejret, hvilket var Signal til, at Proppen blev taget ud paa Afsenderstationen, og at man skulde gøre det samme paa Modtager-

stationen; naar Svømmeren herved var sunken saa dybt, at vedkommende Sætning var kommen paa Højde med Karrets Rand, sænkedes Fakkelen, hvilket betød, at man skulde sætte Proppen i; Svømmeren paa Modtagerstationen var da sunken til den samme Streg, og man kunde følgelig aflæse Ordren.

I Aarenes Løb kom der naturligvis forskellige Forslag til Telegraferingsmetoder, men ingen fik nogen videre Betydning; Problemet maatte vente paa sin Løsning lige indtil Slutningen af forrige Aarhundrede, da det lykkedes Franskmanden *Claude Chappe* at give Telegrafanordningen en saadan Form, at den fuldt ud tilfredsstillede de Tidens Krav. La Chappes Telegraf (Fig. 1) var en Lufttelegraf; den bestod af et System af 3 Vinger: 1 Hovedvinge, der kunde drejes om en Akse gennem Midten, og 2 Bivinger paa Enden af den. Det ses let, at man ved at give dels Hovedvingen, dels Bivingerne forskellige Stillinger, vil kunne danne sig et Signalsystem, indeholdende

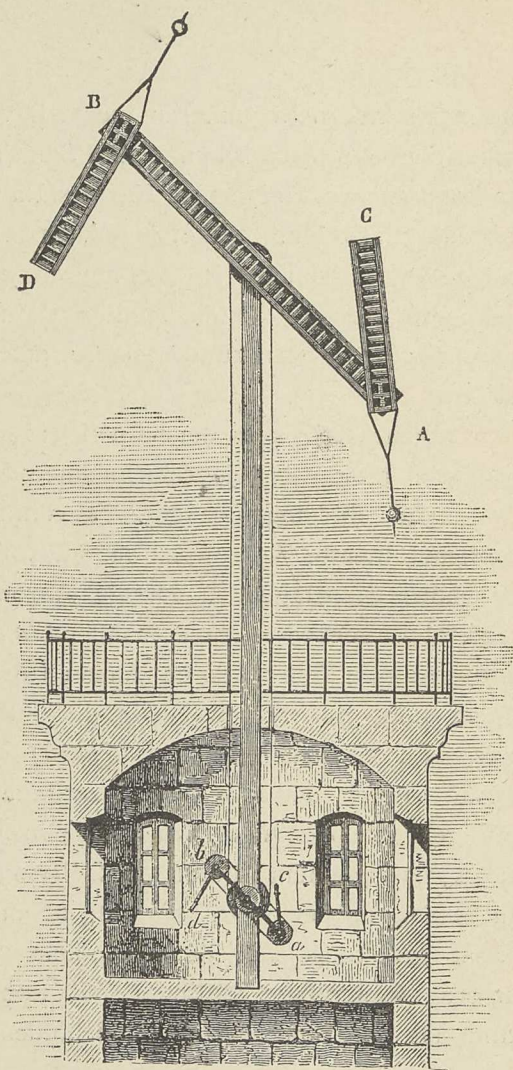


Fig. 1.

alle Alfabetets Bogstaver. Apparatet anbringes ovenpaa et Taarn og forbindes ved Snorløb med en Model nede i Taarnet. Saa snart Telegrafisten gennem sin Kikkert observerer Signaler fra den nærmeste Station, gentager han dem paa sin Model, og Telegrafien oppe paa Taarnet stiller sig da nøjagtig i de samme Stillinger som Modellen. Chappes Telegraf blev først anlagt mellem Paris og Lille, en Strækning paa 30 Mil med 22 Stationer, og den første Depeche afsendtes den 1ste Septbr. 1794; det var Efterretningen om Condés Indtagelse.

Chappes Telegraf blev efterhaanden indført i de fleste Lande; den var i Virkeligheden ogsaa en fortrinlig Telegraf for de Tider, navnlig naar det tages i Betragtning, hvor daarlige Samfærdselsmidlerne vare, saa at Forskellen mellem den Tid, Telegrafien brugte, og den Tid, et almindeligt Bud behøvede for at bringe en Meddelelse, var iøjnefaldende.

Imidlertid var man ogsaa begyndt at

spekulere paa at anvende *Elektriciteten* til Signalisering, og forskellige Forslag vare dels fremkomne, dels ogsaa bragte til Udførelse. Nogen Betydning paa dette Omraade kunde Elektriciteten dog ikke faa før efter *Ørsteds Opdagelse af den elektriske Strøms magnetiske Virkninger*. Opdagelsen bestod som bekendt deri, at Ørsted viste, at hvis man leder en elektrisk Strøm, som faas fra et Batteri af galvaniske Elementer, henover en Kompasnaal, vil Naalen dreje sig ud af den Stilling fra Nord til Syd, hvori den stod, og den Side, til hvilken den slaar ud, vil afhænge af den Retning, i hvilken Strømmen gennemløber Traaden. Da Elektriciteten udbreder sig med overordentlig stor Hurtighed i en metallisk Ledning, har man heri aabenbart et Middel til hurtig at sende Signaler fra et Sted til et andet og dermed tillige til at telegrafere, idet man af Naalens Udsving til højre eller venstre kan danne sig et Alfabet. Metoden kræver stor Agtpaagivenhed af den, der skal modtage Tele-

grammet, idet Signalernes Antal bliver meget stort, men det magnetiske Apparat, der skal tilkendegive Strømmens Gang, kan gøres overmaade fintmærkende, idet man leder Strømmen i mange Vindinger omkring Magnetnaalen, saa at man kan faa Udsving selv for meget svage Strømme. Dette har Betydning, naar man skal telegraferere paa store Afstande, idet en lang Traad gør stor Modstand mod Strømmen, og denne bliver da svag. Metoden bruges derfor endnu mange Steder i England samt ved Telegrafering over Atlanterhavet.

Den Metode, der nu sædvanlig anvendes, er opfunden af Amerikaneren *Morse*. Den grunder sig ogsaa paa den elektriske Strøms magnetiske Virkninger. Straks da Ørsted havde bragt Meddelelse om sin Opdagelse, bleve hans Forsøg gentagne af Videnskabsmændene rundt omkring i Europa; ved en saadan Lejlighed gjorde Franskmanden *Arago* den Opdagelse, at ikke alene virker den elektriske Strøm paa en Magnet,

men at det ogsaa er muligt ved den elektriske Strøm at gøre et Stykke Jærn magnetisk. Vikles saaledes en Kobbertraad

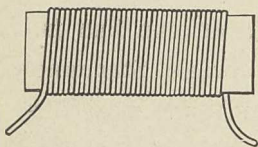


Fig. 2.

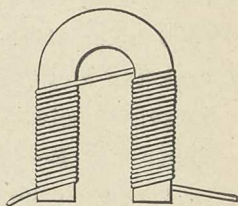


Fig. 3.

omkring en Jærnstang (Fig. 2) eller et i Hesteskoform bøjet Stykke Jærn (Fig. 3), bliver Jærnet magnetisk i det Øjeblik, man leder en Strøm gennem Traaden, og be-

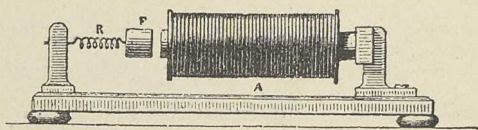


Fig. 4.

holder sin Magnetisme, saa længe Strømmen gaar. Magnetismen viser sig ved, at Jærnet er i Stand til at tiltrække et andet Stykke

Jærn, et saakaldet »Anker«. Afbrydes Strømmen, hører denne Evne op. Hvis man derfor som i Fig. 4 forbinder Ankret F med en Fjeder R , vil denne blive spændt i det Øjeblik, F tiltrækkes af Jærnkærnen inde i Rullen A ; naar atter Strømmen i denne afbrydes, bliver Kærnen umagnetisk, og Fjederen trækker F tilbage. Herved er man aabenbart i Stand til at sende Signaler fra et Sted til et andet. Naar nemlig A forbindes med de galvaniske Elementer paa Afsenderstationen ved en Metaltraad, kan Afsenderen, ved at slutte og afbryde den elektriske Strøm, efter Behag faa F til at bevæge sig frem og tilbage; holder han Strømmen sluttet et Øjeblik, tiltrækkes F ogsaa kun et Øjeblik, lader han den derimod gaa lidt længere, holdes F ogsaa længere tiltrukken. Tænker man sig endvidere F forsynet med en Spids, der kan sætte Mærker paa en forbipasserende Strimmel Papir hver Gang, F er trukken hen til Magneten, saa at man paa Papiret faar afsat Streger eller Prikker efter den Tid,

i hvilken man lader Strømmen gaa, saa har man Princippet i den Morseske Telegraf. Det nærmere om Modtager- og Af-senderapparatet ses af Fig. 5 og 6.

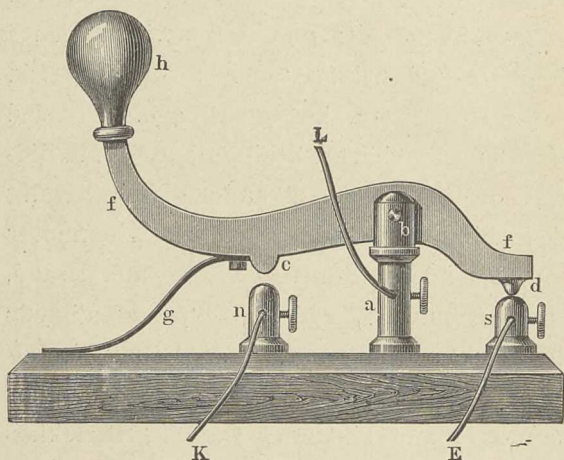


Fig. 5.

Fig. 5 er Afsenderapparatet, den saakaldte »Nøgle«. *ff* er en Metalstang, der kan drejes om Aksen *b*; den holdes i den i Fig. viste Stilling ved Fjederen *g*. Trykker man paa Elfenbenshaandtaget *h*, kommer *ff* til at røre ved Metalstykket *n* (en saa-

kaldet »Kontakt«); denne staar ved Metaltraaden *K* i Forbindelse med de galvaniske Elementer, saa at Strømmen nu er sluttet,

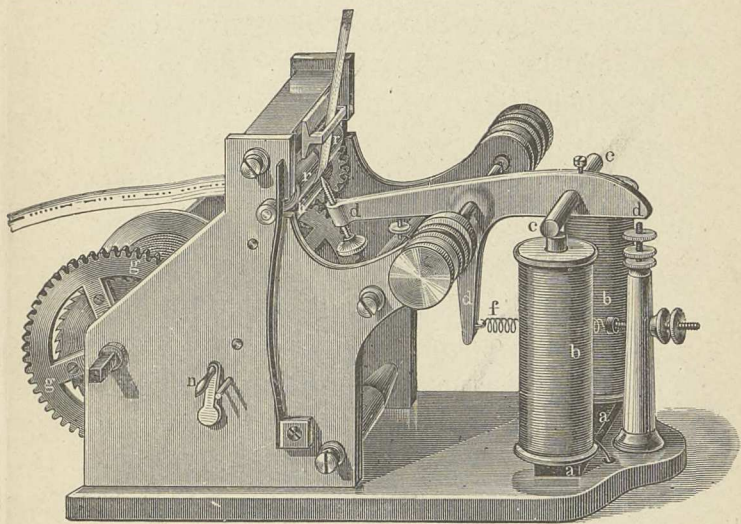


Fig. 6.

idet der er kommen metallisk Forbindelse mellem Traaden *K* og Telegraftraaden *L*, der fører hen til den Station, hvortil der skal telegraferes. Ved altsaa at trykke i længere eller kortere Tid paa *h*, bringer

man en længere eller kortvarigere Strøm til at gennemløbe Telegraftraaden.

Modtagerapparatet ses af Fig. 6. Strømmen, der gaar i Telegraftraaden, ledes ind i Rullerne *b*, hvorved Jærnkærnerne blive magnetiske og tiltrække Jærnankeret *c*, der sidder paa Vægtstangen *dd*; herved spændes Fjederen *f*, saa at Ankeret vil trækkes tilbage, naar Jærnkærnerne igen blive umagnetiske ved, at Strømmen afbrydes. Medens Ankeret holdes tiltrukket af Magneten, er en Spids, der sidder paa Stangen *dd*, trykket op imod en Papirstrimmel, som føres af Valserne *r*, der drives rundt ved et Uhrværk. Herved fremkommer der paa Papirstrimlen Streger og Prikker, af hvilke det telegrafiske Alfabet er sammensat.

Paa hver Station er der naturligvis baade et Afsender- og et Modtagerapparat, saa at man lige saa godt kan modtage som afsende et Telegram. Naar Nøglen ikke bruges til Afsendelse, staar den i den i Figuren viste Stilling; der er altsaa metal-lisk Forbindelse mellem Telegraftraaden *L*

og Metaltraaden *E*; denne sidste staar i Forbindelse med Traadrullerne *b* paa Stationens eget Skriveapparat, saa at Apparatet straks giver sig til at virke, naar der kommer et Telegram.

Telegraferer man paa længere Strækninger, vil Strømmen blive stærkt svækket og maaske for svag til at kunne drive Skriveapparatet; man benytter da en »Lokalstrøm«, d. v. s. en Strøm, der kun gaar paa selve Stationen; den sluttes ved et saakaldet *Relais*. Dette er indrettet paa lignende Maade som Skriveapparatet, men Stangen *d d* skal ikke trykke nogen Stift op mod en Papirstrimmel, men ved at Ankeret tiltrækkes, kommer Stangen til at røre ved en Metalkontakt, der staar i Forbindelse med Lokalbatteriet; herved sluttes Lokalstrømmen, der ledes ind i det egentlige Skriveapparat; dette virker derfor ligesom Relaiset i Takt med Nøglens Bevægelser.

Ved det Morseske Apparat foregaar jo Telegraferingen paa en Maade, der fuldt

ud tilfredsstiller de Fordringer, som vor travle Nutid kan stille til et Meddelelsesmiddel, og det har derfor fuldstændig fortrængt den tidligere benyttede Lufttelegraf. Een Fejl har den dog: man kan kun telegrafere mellem to Steder, mellem hvilke der er »Telegrafforbindelse«, d. v. s. som ere forbundne ved Telegraftraade, Strømmen maa nødvendigvis have en Traad at gaa igennem. Nu kan der jo imidlertid tænkes mangfoldige Tilfælde, i hvilke det vilde være ønskeligt at faa etableret telegrafisk Forbindelse, men hvor det er umuligt at faa anbragt Traad, f. Eks. mellem en Kyst og et forbisejlende Skib, mellem to marcherende Armékorps o. s. v.; der staar derfor endnu en Opgave tilbage at løse paa Telegrafiens Omraade, nemlig at kunne telegrafere med Elektricitetens Hurtighed, *men uden Anvendelse af Traad.*

Lige siden den store engelske Fysiker *Faradays* Tid har man vidst, at en Strøm, der sluttes eller afbrydes i en Ledning, vil vække en kortvarig Strøm i en anden med

den parallel løbende Leder, og at det altsaa er muligt at faa en elektrisk Virksomhed forplantet fra en Leder til en anden uden forbindende Traad. Dette har man i den senere Tid i enkelte Tilfælde haft Lejlighed til at gøre Brug af ved Telegrafering. I Begyndelsen af Aaret 1895 gik saaledes Kablet imellem Oban og Øen Mull i Stykker, og Omstændighederne tillode ikke en øjeblikkelig Reparation. Man udspændte da to lange parallelle Ledninger, en paa hver Side af Kanalen; igennem den ene sendtes en Strøm, der afbrødes 260 Gange i Sekundet; herved vækkedes lige saa hurtig vekslende Strømme i den anden Ledning. Disse Strømme ledtes ind i en Telefon, der som Følge heraf gav Lyd. Ved at lade Vekselstrømmene gaa i længere eller kortere Tid fik man Telefonen til at lyde længere eller kortere ad Gangen: i Stedet for at faa Stregerne og Prikkerne afsatte paa et Stykke Papir, hørte man dem altsaa i en Telefon.

Metoden benytter ganske vist ingen

Forbindelsestraad, men kræver dog meget lange parallelle Ledninger, hvad der indskrænker dens Anvendelighed betydelig, og gør Fordelene ved den ikke særlig store. Intet Under derfor, at det vakte betydelig Opsigt, da Italieneren **Marconi** for kort Tid siden meddelte Verden, at han havde fundet en Metode til at telegrafere med de sædvanlige Morseske Apparater, **men uden Anvendelse af Traad.**

Det er denne nye Telegraferingsmetode, der skal fremstilles i nærværende lille Afhandling. Metoden grunder sig paa de Virksomheder, der foregaa ved den elektriske »Gnistudladning«, og de Virkninger, som denne frembringer i det omgivende Rum, de saakaldte »elektriske Svingninger«. Da det imidlertid ikke kan forudsættes, at disse ere almindelig bekendte, bliver det for Forstaaelsens Skyld nødvendigt at dvæle noget ved dem, inden selve Metoden kan beskrives.

Vi skulle da først se, hvorledes den elektriske Gnistudladning kommer i Stand,

dernæst hvad der foregaar ved denne Udladning (de elektriske Svingninger), endvidere hvorledes disse Svingninger udbrede sig i det omgivende Rum og deres Virkninger i dette, og endelig deres Anvendelse i den Marconiske Telegraferingsmetode.

ANDET KAPITEL.

Om Frembringelse af en elektrisk Gnist.

1. Elektrisermaskinen.

En elektrisk Gnist kan man skaffe sig ved Hjælp af en almindelig Elektrisermaskine. En saadan er afbildet i Fig. 7. *B* og *C* ere to Metallegemer, de saakaldte Konduktorer, der staa paa Glasfødder, hvorved Elektriciteten hindres i at løbe ned i Jorden. Fra den ene, *B*, udgaar et Par Metalijedre, hvorpaa der er anbragt to Skindpuder, der gnide mod en Glasskive, der kan drejes rundt ved et Haandtag. Ved denne Gnidning opstaar der Elektricitet, Glasskiven bliver, som man siger, positiv elektrisk, og Gnidepuderne negativ

elektriske; denne sidste Elektricitet ledes over i *B* og derfra gennem en Metalkæde ned i Jorden, medens den positive Elektri-

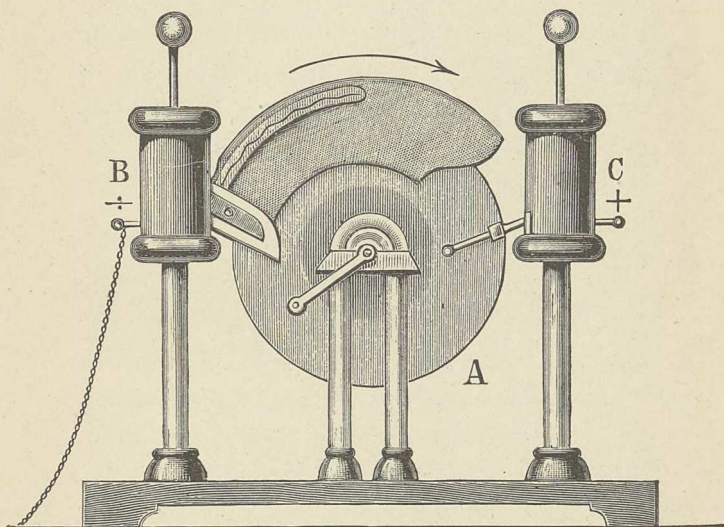


Fig. 7.

citet føres med Glasskiven over mod *C*, og for at den ikke skal strømme bort undervejs, er der over Glasskivens øverste Halvdel sat en Hætte af ferniseret Silketøj. Fra *C* udgaar der en Metalgaffel,

der paa de mod Glasskiven vendte Sider er forsynet med smaa Spidser. Den positive Elektricitet fra Glasskiven vil, saa snart den kommer over mod C, »fordele« Elektriciteten i denne, d. v. s. den vil skille de to Slags Elektriciteter ad, som er til Stede i ethvert ledende Legeme, men i lige store Mængder, saa at man under almindelige Forhold ikke mærker noget til dem; den negative vil trækkes ud af Spidserne, medens den positive bliver tilbage i C. Har man paa C sat et Apparat som det, der er afbildet i Fig. 8: en Metalstang og en lille Korkkugle *a* ophængt paa denne i en Metaltraad, vil man kunne følge Ladningen af C. Baade Kuglen og Stangen blive jo nemlig positiv elektriske, og da ensartede elektriske Legemer frastøde hinanden, vil Kuglen blive bortstødt fra Stangen og hæve sig mere og mere i Vejret, jo større Ladningen bliver. Man siger, at Elektricitetens »*Spænding*« vokser, efterhaanden som Udslaget bliver større og større. Er nu Spændingen bleven stor,

vil man ved at nærme en Finger eller et Metallegeme, man holder i Haanden, hen til C, faa en lang *Gnist*. Elektriciteten i C vil nemlig »fordele« Elektriciteten i Haanden, tiltrække den negative ud i Fingeren, og frastøde den positive ned i Jorden. Idet nu den positive Elektricitet i C og den negative i Fingerspidssn søge at forene sig med hinanden, gennembryde de Luften, hvorved denne kommer til at lyse der, hvor Elektriciteterne gaa. Denne *Gnist* kan ved store Maskiner, og naar Luften er tør, blive meget lang og har da den fra Lynstraalen kendte Zigzagform; i Lynet foregaar nemlig ogsaa en Forening af modsatte Elektriciteter.

Den elektriske *Gnist* kan gøres meget kraftigere, naar man ved Hjælp af Elektrisermaskinen lader en saakaldet **Leidnerflaske** og atter udlader denne. Leidner-

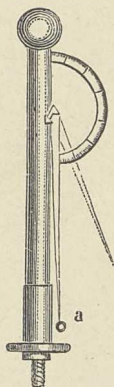


Fig. 8.

flasken ses i Fig. 9. Det er en almindelig Glasflaske, paa hvis Inder- og Yderside der er klæbet Stanniol; gennem Proppen gaar en Metalstang, der ved en Metalkæde staar i Forbindelse med den indvendige Stanniolbeklædning. Tager man nu Flasken i

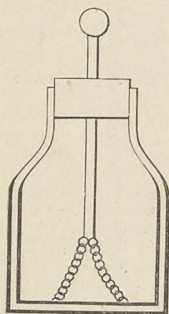


Fig. 9

Haanden og holder Kuglen hen til Elektriskmaskinens Konduktor C, vil der strømme positiv Elektricitet over i den og udbrede sig paa den indvendige Belægning. Denne positive Elektricitet vil nu fordele Elektriciteten i den ydre Belægning, saa at der trækkes negativ Elektricitet

ind imod Glasset, medens den positive stødes bort gennem Haanden ned i Jorden. De to modsatte Elektriciteter, der kun ere adskilte ved det tynde Glasmellemrum, ville nu holde hinanden stærkt bundne ind imod Glassiderne, saa der bliver Plads til en betydelig større Mængde Elektricitet i Stanniolet, end der ellers vilde være. Naar

ved fortsat Drejning paa Maskinen Spændingen er gjort stor — hvad der ses paa Korkkuglens Udslag — vil man have faaet samlet en stor Mængde Elektricitet op i Flasken. Tager man nu en Messingbøjle som den, der er afbildet i Fig. 10, en saakaldet **Udlader**, og lægger den ene Kugle mod den ydre Belægning, medens den anden nærmes til Flaskens Kugle, vil i en vis Afstand de modsatte Elektriciteters Tiltrækning være saa stor, at de gennembryde Luftlaget, og man faar en kraftig Gnist.

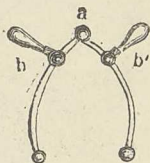


Fig. 10.

2. Ruhmkorffs Induktionsmaskine.

Elektriske Gnister kunne ogsaa frembringes paa en helt anden Maade, nemlig ved »Induktion«. I Aaret 1831 gjorde den engelske Fysiker *Faraday* den Opdagelse, at hvis man stikker en Jærnstang ind i en Rulle Kobbertraad og saa pludselig

gør Jærnstangen magnetisk, vil der i Kobbertraaden frembringes (»induceres«) en elektrisk Strøm; den varer kun et Øjeblik, men naar igen Jærnet gøres umagnetisk, kommer der atter en kortvarig Strøm, denne Gang i modsat Retning af den for-

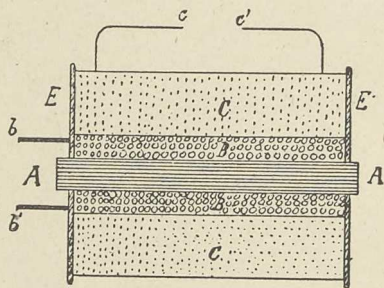


Fig. 11.

rige. Hvis man derfor forbinder Enderne *b* og *b'* (Fig. 11) af Traadrullen *B*, inden i hvilken Jærnkærnen *A* ligger, med et Batteri af galvaniske Elementer, hvorved *jo* *A* bliver til en Magnet, saa vil der i det Øjeblik, Strømmen sluttet, induceres en Strøm i Traadrullen *C*, der ligger uden om *B*. Føres altsaa en Del af Traaden *C* hen

over et Kompas, vil Naalen slaa ud, saa snart Strømmen i B sluttet; den vil dog straks gaa tilbage igen til sin Stilling i Retning Nord-Syd og blive der, saa længe man holder Strømmen i B gaaende. Naar denne saa afbrydes, hvorved jo A taber sin Magnetisme, vil Naalen atter slaa ud, men til den modsatte Side, for ogsaa denne Gang straks at vende tilbage til sin Ligevægtsstilling, et Bevis paa, at de inducerede Strømme ere ganske kortvarige.

De to Strømme ere ikke lige stærke; den, der kommer, naar Strømmen i B afbrydes — Aabningsstrømmen —, er stærkere end den, der kommer, naar Strømmen i B sluttet. Strømmen i B kaldes den *primære* Strøm, den i C den *sekundære*. Jo stærkere den primære Strøm er, og jo flere Vindinger, den sekundære Ledning C indeholder, jo stærkere bliver den elektriske Spænding i denne, og har man gjort C meget lang, vil Spændingen kunne blive saa stor, at hvis man fjærner Enderne c og c' lidt fra hinanden, vil der slaa Gnister

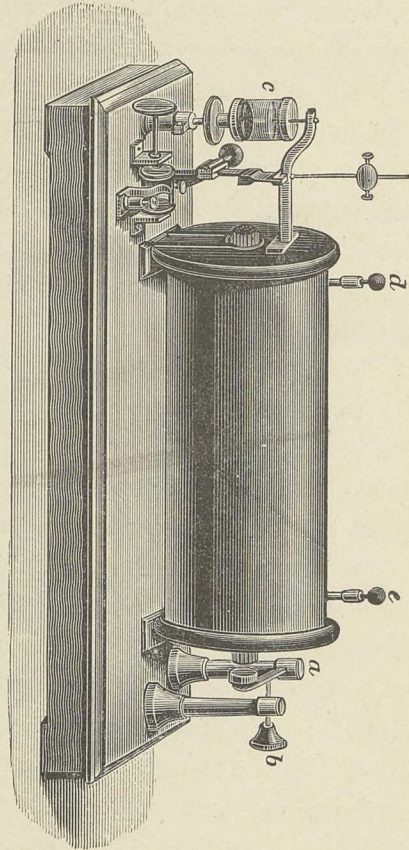


Fig. 12.

over imellem dem, og navnlig vil den Gnist, der kommer, naar den primære Strøm afbrydes, Aabningsgnisten, kunne blive meget lang. Hvis man derfor indretter Apparatet saaledes, at den primære Strøm avtomatisk sluttet og afbrydes i hurtigt Tempo, vil der vedvarende slaa Gnister over mellem c og c' , og man har altsaa herved en meget bekvem Maade at frembringe elektriske Gnister paa.

Det her skildrede Apparat er i Principet den af *Ruhmkorff* konstruerede Induktionsmaskine, der er afbildet i Fig. 12. Til venstre ses det Apparat, hvorved den primære Strøm kan sluttet og afbrydes avtomatisk. Det bestaar af en Tværstang af Metal, der er fastgjort til en Fjeder, der kan svinge frem og tilbage, hvorved Stangens Ender vippe op og ned; paa den ene Ende af Stangen er anbragt en Klump Jærn, der sidder lige over Jærnkærnen, der ses ragende frem af Rullen; paa den anden Ende af Stangen sidder en Metalspids, der dypper ned i et Glas c med

Kviksølv, saa at den lige rører dette. Glassets Bund er af Metal. Ledes nu Strømmen fra Batteriet gennem Bunden af Glasset ind i Kviksølvet, derfra gennem Spidsen, Tværstangen og Fjederen ind i den primære Rulle og fra denne tilbage til Batteriet igen, vil Jærnkærnen blive magnetisk; herved vil Jærnklusten blive trukken, og Spidsen trukken op af Kviksølvet; derved er Strømmen altsaa afbrudt, men herved bliver tillige Jærnkærnen umagnetisk, og Fjederen svinger derfor tilbage, Spidsen kommer da igen til at dyppe ned i Kviksølvet, og Strømmen sluttet paa ny. Fjederen kommer altsaa til at svinge frem og tilbage, og man har opnaaet den automatiske Slutning og Afbrydning af Strømmen, som man ønskede.

Vil man have et stort Antal Afbrydninger i hvert Sekund, bruges Afbrydningsapparatet til højre. Til Metalstykket *a* er fæstet en kort Fjeder, der bærer en lille Jærnklust lige over for Rullens Kærne; Fjederen rører ved Metalspidsen *b*. Ledes

nu Strømmen fra b gennem a ind i Rullen, bliver Kærnen magnetisk og trækker Jærnklumpen hen imod sig; derved ophører Berøringen mellem Fjederen og b , og Strømmen bliver følgelig afbrudt; men dette bevirker jo igen, at Kærnen bliver umagnetisk, hvorfor Fjederen svipper tilbage til Berøring med b og slutter Strømmen paa ny o. s. fr. Fjederen kommer altsaa til at svinge frem og tilbage, og da dens Svingningstal er stort, bliver Antallet af Afbrydninger i Sekundet ogsaa stort.

Den sekundære Traad er i de store Apparater overmaade lang, flere Mil, saa at man kan faa meget lange Gnister, indtil 100 Centimeter i de største af dem.

TREDIE KAPITEL.

Elektriske Svingninger.

1. Feddersens Forsøg.

Det blev sagt, at naar en Leidnerflaske udladedes, løb de modsatte Elektriciteter sammen og forenedes i et Nu, hvorved den elektriske Gnist fremkom. Slet saa simpel forholder Sagen sig nu ikke. Den tyske Fysiker *Feddersen* har først vist, at trods den korte Tid, hvori Udladningen varer, faa Elektriciteterne dog Tid til at løbe flere Gange frem og tilbage mellem de to Belægninger, saa at hvis den indre Belægning fra først af er ladet med positiv Elektricitet og den ydre med negativ, vil den positive først løbe over paa den ydre Belægning og lade denne, medens den indre

bliver negativ, derefter vil Strømmen skifte Retning, saa at den positive Elektricitet løber tilbage fra den ydre til den indre Belægning og saa fremdeles, indtil Energien er opbrugt. Saadanne frem og tilbagegaaende Bevægelser af Elektriciteten kaldes *elektriske Svingninger*.

For at kunne forstaa, hvorledes Feddersen bar sig ad med at paavise disse

Svingninger,

ville vi først tænke os følgende simple Forsøg udført. AB (Fig. 13) er et Spejl, som rammes af Lysstrålerne fra et Lys L ; disse ville kastes tilbage af Spejlet, og nogle ville ramme vort Øje $\emptyset$, hvorved vi ville komme til at se Spejlbilledet 1, der jo ligger symmetrisk med L . Drejes nu Spejlet hen i Stillingen $A'B$, ville Straa-

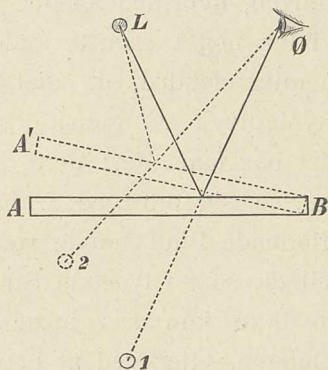


Fig. 13.

lerne kastes tilbage paa en saadan Maade,
 at Spejlbilledet kommer til at ligge i 2.
 Ved at dreje Spejlet rundt, vil man altsaa
 efterhaanden faa Lyset at se paa forskellige
 Steder i Spejlet. Forøge vi nu imidlertid
 Farten, hvormed Spejlet drejes rundt, ville
 vi faa noget ganske andet at se. Vi maa
 nemlig erindre, at Øjet altid beholder et
 Lysindtryk en ganske kort Tid, efter at
 det har faaet det; dette kan man let over-
 bevise sig om ved f. Eks. at svinge en
 glødende Pind hurtig rundt i Luften, man
 vil da se en lysende Stribe, skønt Gløden
 jo ikke kan ses mere end et Sted ad
 Gangen, eller ved at betragte et Hjul, der
 løber hurtig rundt, man vil da ikke se de
 enkelte Eger, men Hjulet vil se ud, som
 det var massivt. Paa samme Maade vil
 det nu gaa, naar man drejer Spejlet hurtig
 rundt: man vil ikke se de enkelte Billeder
 af Flammen, men man vil faa at se en
 lysende Stribe. Forsøget kan enhver let
 gøre med et lille Haandspejl, foran hvilket

man stiller et Lys; drejes Spejlet hurtig frem og tilbage, ser man Striben.

Dette benyttede nu Feddersen ved Undersøgelsen af den elektriske Gnist, idet han lod denne spejle sig i et Spejl, der drejedes hurtig rundt. Hans Forsøg ses af Fig. 14.

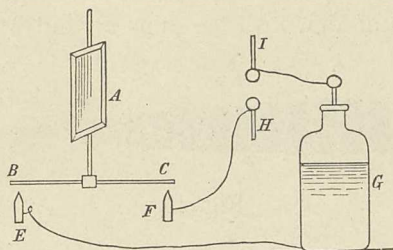


Fig. 14.

G er Leidnerflasken, *A* det roterende Spejl, *BC* en Metalstang, der drejes rundt sammen med Spejlet. Den ydre Belægning paa Flasken staar i Forbindelse med Metal-spidsen *E*, den indre med Metalkuglen *I*. I det Øjeblik Stangen *BC* befinder sig over Spidserne *E* og *F*, slaar der Gnister over mellem disse og Stangen samt mellem Kuglerne

I og *H*; denne sidste Gnist spejler sig da i *A*. Bestaar nu Gnisten af en enkelt Udladning, vil Spejlbilledet af den blive trukket ud til en sammenhængende Stribe ligesom Billedet af Lyset ovenfor. Billedet saa imidlertid ganske anderledes ud, nemlig som Fig. 15, der er en fotografisk Gen-givelse af det. Vi se her en hel Mængde



Fig. 15.

lyse Striber, adskilte ved mørke Mellem-rum. Der maa altsaa være Øjeblikke, da Gnisten er udslukket, og i hvilke Spejlet kan faa Tid til at dreje sig en ganske lille Vinkel, tilstrækkelig til, at Billedet af den følgende Gnist ikke falder paa samme Sted i Spejlet som den foregaaende. Feddersen sluttede som nævnt heraf, at Elektriciteten løb frem og tilbage mellem de to Kugler, og han kunde endvidere ved at maale hele Billedets Længde beregne,

hvor lang Tid hele Udladningen tog, naar han kendte den Fart, hvormed Spejlet drejedes rundt. Paa den Maade fandt han, at Gnisten varede omtrent $\frac{1}{70000}$ Sekund. Heraf kan man da atter udlede, hvor lang Tid hver enkelt Svingning tager. Billedet viser nemlig 13 Udladninger, følgelig har hver brugt en Tid af omtrent en Milliontedel Sekund. Man kan dog faa baade hurtigere og langsommere Svingninger, det retter sig efter de Apparater, man benytter.

2. De elektriske Svingninger udbrede sig i det omgivende Rum. Hertz's Forsøg.

I 1888 gjorde den tyske Fysiker *Hertz* følgende Forsøg. Ved Hjælp af en Ruhmkorffs Induktionsmaskine lod han Gnister slaa over mellem Kuglerne *B* og *C* (Fig. 16), der vare forbundne med Metalstængerne *AB* og *CD*, paa hvilke Kuglerne *E* og *F* kunde skydes frem og tilbage. I nogen Afstand derfra holdt han et Rekt-

angel *HKI* af Metaltraad, der var afbrudt paa et enkelt Sted ved Kuglerne *H* og *K*. Der viste sig da den Mærkværdighed, at der ogsaa dannedes Gnister mellem disse to, skønt de jo aldeles ikke stode i Forbindelse med Induktionsmaskinen. De elek-

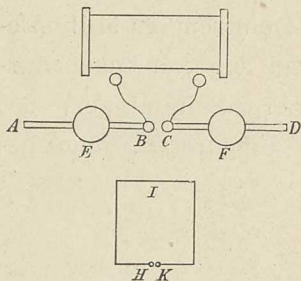


Fig. 16.

triske Svingninger i *AD* frembragte altsaa ogsaa elektriske Svingninger i Rektanglet. Det viste sig endvidere, at hvis man flyttede paa de store Kugler *E* og *F*, udslykkedes Gni-

sterne mellem *H* og *K*, de elektriske Svingninger i Rektanglet hørte altsaa op; det samme kunde ogsaa opnaas ved at ændre paa Længden af Siderne i Rektanglet, gav man disse efterhaanden forskellige Størrelser, viste det sig, at nogle Længder gave størst Virkning, andre slet ingen.

Hvorledes kan nu dette forstaas? Ja

naar man staar overfor et nyt Fænomen, vil det tit hjælpe til Forstaaelsen, hvis man kan finde analoge Forsøg paa andre Omraader af Videnskaben, med hvilke man mulig kan parallelisere de nye; den Metode ville vi da ogsaa forsøge i dette Tilfælde. Lad os et Øjeblik vende vor Opmærksomhed mod den velbekendte Maade, hvorpaa *Lyden* udbreder sig fra en Lydgiver ud i Rummet.

Anslaar man en almindelig Stemmegaffel, ville dens Grene komme til at svinge frem og tilbage mod hinanden, og samtidig høres en Tone. Dette ved man nu gaar til paa den Maade, at Luften uden om Stemmegafflen ligeledes kommer i frem og tilbagegaaende Svingninger. Naar den ene Gren svinger udefter, ville Luftdelene umiddelbart uden om den blive skubbede tættere sammen: der opstaar en »Fortætning«; og naar Grenene atter svinge tilbage, faa de samme Luftdele mere Plads, end de havde oprindeligt, der kommer derfor en »Fortynding«. Da Luftdelene bleve skubbede tæt-

tere sammen, kom de imidlertid til at puffe til deres Naboer; disse ville derfor efter deres Tur ogsaa rykke tættere sammen, hvilket altsaa vil sige, at den først dannede Fortætning giver Anledning til en efterfølgende længere fremme, og paa denne

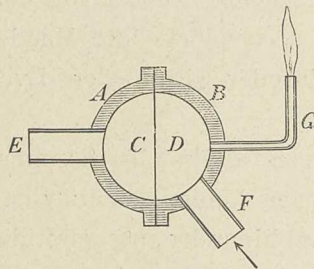


Fig. 17.

Maade udbrede Fortætningerne og Fortyndingerne sig i større og større Kredse, og naa tilsidst hen til Øret, hvor de sætte Tromme-

hinden i Svingninger; denne sætter atter de smaa Øreknokler i Bevægelse, der igen leder Bevægelsen ind i det inderste af Øret, hvor Hørenerven modtager Indtrykkene og forplanter dem til Hjærnen. Sidder man i en Kirke, og Orgelet spiller, vil man let kunne mærke, hvorledes Stolen ligesom dirrer ved Spillet, det skyldes Lydsvingningerne i Luften; eller holder man en tom

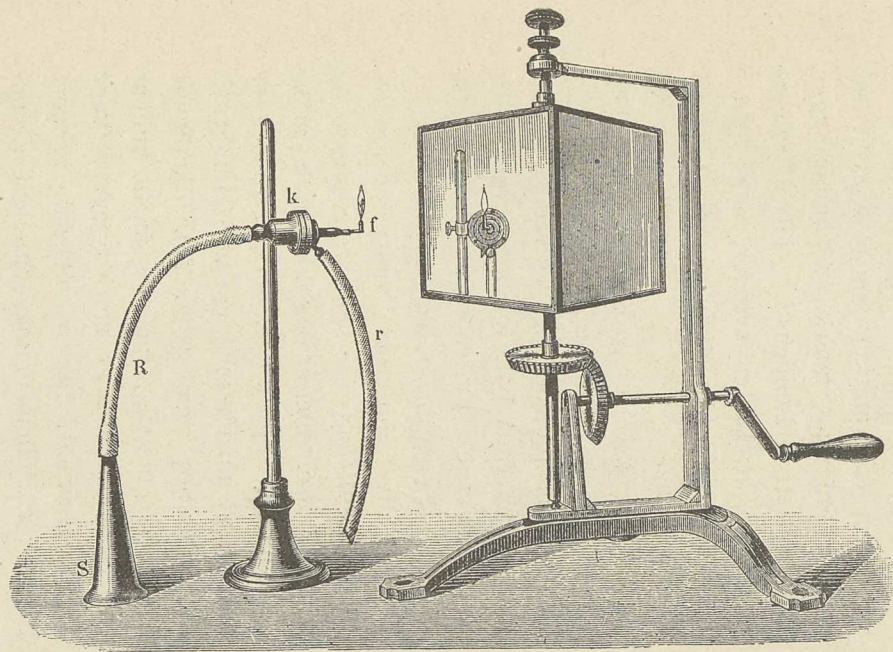


Fig. 18.

Kasse, en Cigarkasse f. Eks., i Haanden, og spilles der samtidig paa et Klaver, kan man i Fingrene mærke de Svingninger, Luften sætter Bunden i. Til yderligere Bevis for, at Luften svinger, naar Lyden udbreder sig i den, kan endelig følgende Forsøg tjene.

AB (Fig. 17) er en Kapsel, der ved en Hinde er delt i to Rum, *C* og *D*; gennem *F* ledes Gas ind, der tændes ved *G*. Lader man nu en Tone lyde ind igennem *E*, ville Svingningerne i Luften sætte Hinden i tilsvarende Svingninger, saa at Gastrykket i *D* snart bliver lidt større, snart lidt mindre, Flammen vil da ogsaa snart være større og snart mindre. Det er dog ikke muligt at se dette med det blotte Øje, dertil gaar det for hurtigt, vi maa atter tage vor Tilflugt til det roterende Spejl (Fig. 18). Saalænge Flammen er rolig, faa vi som før nævnt en lysende Stribe at se i Spejlet; lyder Tonen derimod, faa vi et Billede som Fig. 19; i Mellemrummene mellem de enkelte Opblusninger af Flammen, faar Spejlet

nemlig Tid til at dreje sig en lille Vinkel, og de store Flammer ses derfor adskilte.

Det er bekendt, hvorledes en Tone-giver, der svinger, kan sætte en anden Tonegiver i Medsvingninger, naar den er »stemt af« efter denne. Sætter man f. Eks. to ens Stemmegafler paa hver sin Sang-

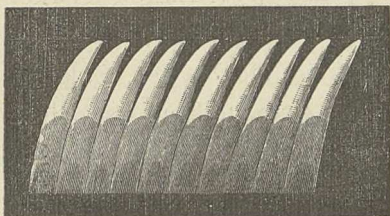


Fig. 19.

bund, og sætter den ene i Svingninger ved at slaa paa den, vil den anden give sig til at tone med; synger man en Tone ned imod Sangbunden paa et Klaver, hvis Strenge man holder frie ved Hjælp af Pedalen, ville enkelte af dem give sig til at lyde med, nemlig de, der kunne give den samme Tone som den, man synger. — Vi ville endvidere lægge Mærke til følgende Forsøg :

Holder man en tonende Stemmegaffel over et højt Glas, vil det kunne hænde, at Luftsøjlen i Glasset giver sig til at svinge med, saa at man hører en meget kraftig Tone; hvis ikke, kan man stemme den af efter Gafflen ved at fylde Vand i Glasset; saa snart man har faaet den rigtige Mængde, buldrer Tonen løs: Luften er kommen i Medsvingninger. Har man paa Gafflen sat nogle forskydelige Vægte, kan man forstemme den ved at flytte paa disse, straks høre Medsvingningerne op. *To Tonegivere kunne altsaa kun sætte hinanden i Medsvingninger, naar de ere stemte af efter hinanden.*

Dette sidste Forsøg minder aabenbart om Hertz's ovennævnte Forsøg: lige som en Resonator maatte Rektanglet »stemmes« af efter Gnistapparatet, og dette selv kunde som en Stemmegaffel forstemmes ved, at man flyttede paa de store Kugler. Man ledes derfor til den Formodning, at ligesom en Stemmegaffels Svingninger kunne fremkalde Lydsvingninger i Luften uden-

om, saa kunne de *elektriske Svingninger i en Leder fremkalde elektriske Svingninger i den omgivende Luft.*

Hvorledes man nu skal forestillesig disse elektriske Svingninger i Luften, bliver saa igen et andet Spørgsmaal. Vi ville forsøge det paa følgende Maade: Naar Elektriciteten løber frem og tilbage mellem Kuglerne *E* og *F* i Hertz's Apparat, er *E* et Øjeblik ladet med positiv og *F* med negativ Elektricitet;

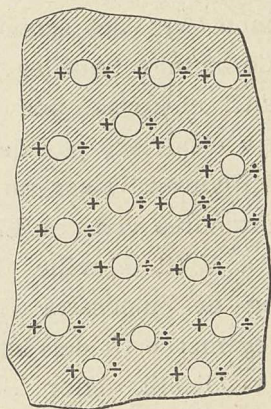


Fig. 20.

disse Ladninger fremkalde elektriske Kræfter udenom, hvorved der atter opstaar en vis elektrisk Tilstand i den omgivende Luft. Denne, saavel som alle andre slette Ledere, tænker man sig nemlig bestaaende af Smaadele, der ere ledende, men adskilte fra hverandre ved et fuldkommen uledende

Stof, omtrent som i Fig. 20. Som omtalt under Elektrisermaskinen vil et elektrisk Legeme i et nærliggende ledende Legeme »fordele« Elektriciteten γ : trække positiv Elektricitet den ene Vej og negativ den modsatte; det samme vil da ogsaa ske i de omtalte Smaalegemer, de ville blive positiv elektriske paa den ene Side og negativ elektriske paa den anden, som antydet i Figuren. Naar nu E og F 's Ladninger forandres ved, at Elektriciteten strømmer fra E til F , ville Kræfterne formindskes og de modsatte Elektriciteter i Smaalegemerne til dels løbe sammen igen; naar et Øjeblik efter Strømmen skal til at gaa den modsatte Vej fra F til E , have Kræfterne skiftet Retning, og Fordelingen i Smaalegemerne er bleven den modsatte. Naar altsaa Elektriciteten svinger frem og tilbage mellem de to Kugler i Gnistapparatet, forandres de elektriske Kræfter i Rummet udenom periodisk, og Elektriciteten i Smaalegemerne kommer i Svingninger. Den variable Elektrisering af de nærmeste Smaalegemer fremkalder da atter

en tilsvarende variabel Elektrisering af de fjærnere, og endelig ville de »Resonatoren« nærmeste sætte Elektriciteten i denne i Medsvingninger.

At der virkelig fremkaldes saadanne Svingninger i Luften, viste Hertz ved en Række glimrende Forsøg, af hvilke her

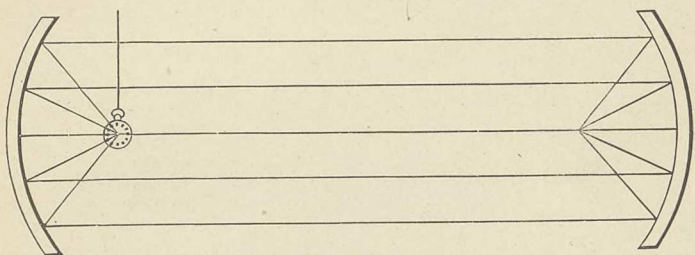


Fig. 21.

skal omtales et Par. Til Forstaaelse af dem ville vi stadig ty til de analoge Lydforsøg.

Naar Lydsvingninger (Lydbølger) ramme en Væg, blive de kastede tilbage fra denne, hvad man f. Eks. kender fra det Ekko, der høres, naar man raaber mod en Mur, der staar mindst 50 Fod borte; det kan ogsaa vises paa følgende Maade. Man stiller to

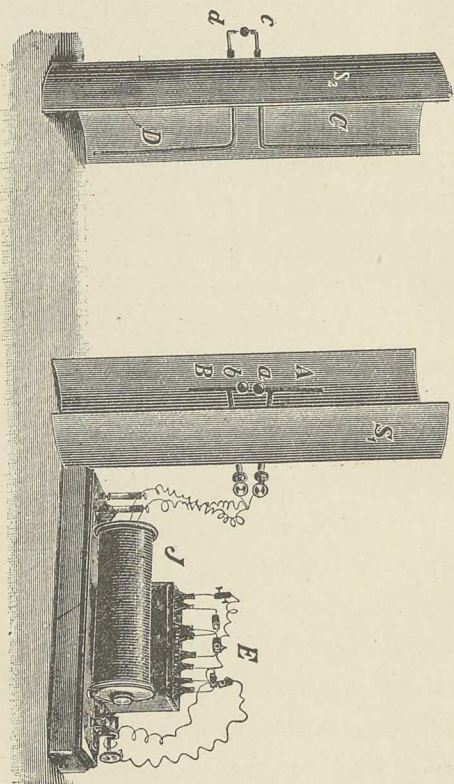


Fig. 22.

Brændspejle som i Fig. 21 overfor hinanden med Akserne i hinandens Forlængelse. Holder man nu et Uhr i Brændpunktet for det ene $\odot$: der hvor Solstraalerne vilde forenes, hvis man lod dem falde paa Spejlet, saa ville Lydbølgerne efter at have ramt Spejlet kastes tilbage fra dette i Retninger parallelle med Aksen, træffe det andet Spejl og af dette kastes tilbage mod dets Brændpunkt. Holder man derfor sit Øre paa dette Sted, vil man kunne høre Uhret dikke, selv om de to Spejle staa meget langt fra hinanden.

Dette Forsøg gentog Hertz med de elektriske Svingninger. Spejlene S_1 og S_2 (Fig. 22) vare bøjede efter en Parabel; i Brændlinjen for S_1 vare anbragte de to Metalstænger A og B endende i Kuglerne a og b ; de stode i ledende Forbindelse med Induktionsmaskinen J , der holdes i Gang ved Batteriet E . I Brændlinjen for S_2 sade Metalstængerne C og D ; de førtes isolerede ud igennem Spejlet og endte i den lille Kugle c og Spidsen d . Stilledes

nu de to Spejle op med Aksørne i hinandens Forlængelse, og sættes Gnistapparatet i Gang, bleve de elektriske Bølger, der udgik fra ab , kastede tilbage fra S_1 , hvorefter de ramte S_2 , af dette bleve de sendte hen imod CD , hvor de fremkaldte elektriske Svingninger; disse gave sig til Kende ved Gnister mellem c og d . Det viste sig, at Gnisterne kom i Stand, selv om Spejlene stode 20 Meter (64 Fod) fra hinanden. Drejedes det ene af Spejlene, saa at Akserne ikke længere laa i Forlængelsen af hinanden, udebleve Gnisterne. De elektriske Bølger gaa altsaa gennem Luften ganske efter de samme Regler, som gælde for Lydbølgerne. De kunne endvidere ogsaa gaa gennem andre Legemer end Luften, naar blot disse ere Isolatorer; holder man en Plade af Glas eller Ebonit eller tørt Træ o. s. v. imellem Spejlene, komme Gnisterne lige fuldt. Svingningerne kunne altsaa godt gaa gennem en lukket Dør, saa at det ene Spejl kan staa i et Værelse, det andet i et andet. Holdes

derimod en Metalplade mellem Spejlene, udeblive Gnisterne, Metallerne kaste nemlig Svingningerne tilbage; det var jo netop herpaa de to Spejles Virkning beroede.

Har man ladet Bølgerne ramme en Metalplade, kan man ved Spejlet S_2 finde, i hvad Retning de blive kastede tilbage, og det viser sig da, at naar S_2 stilles saaledes, at de to Spejles Akser danne samme Vinkel med Metalpladen, ville Gnisterne fremkomme, medens de udeblive i andre Stillinger. Svingningerne kastes altsaa ud fra Pladen under en lige saa stor Vinkel, som de ramme den under; det er netop den samme Lov, som gælder for Lydens (og ogsaa for Lysets) Tilbagekastning.

Naar man lader Lydbølger ramme en Væg, vil det kunne hænde, at de efter Tilbagekastningen komme til at vekselvirke med de Bølger, der gaa fremad, paa en saadan Maade, at de paa enkelte Steder forstærke hinanden, paa andre derimod opheve hinanden; naar en Luftdel paa Grund

af den fremadskridende Bølge skulde svinge til højre f. Eks., medens den som Følge af den tilbagekastede Bevægelse skulde svinge lige saa stærkt til venstre, vil den forblive i Ro; ville derimod begge Bølger føre den til højre eller begge til venstre, bliver Udsvinget forstørret. Man kalder et saadant System af Bølger *staaende Bølger*, og Stederne, hvor der er Ro, kaldes *Knuder*.

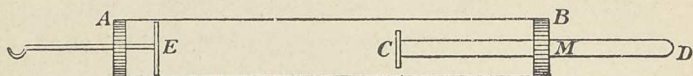


Fig. 23.

Man kan let vise disse staaende Bølger ved følgende af **Kundt** udtænkte Forsøg. *AB* (Fig. 23) er et Glasrør, der lukkes med Propperne *A* og *B*; gennem Proppen *B* er stukket et tyndere Glasrør *CD*, der ender med en Korkplade *C*; gennem *A* kan en Stang, der bærer Ebonitpladen *E*, skydes ud og ind. I *AB* anbringes endvidere et tyndt og jævnt Lag Heksemel. Naar man nu gnider med en fugtig ulden Klud langs Stykket *MD* af det tynde Glas-

rør, vil dette komme i Svingninger og give en Tone. Ved at prøve sig frem kan man nu afpasse E 's Afstand fra C saadan, at der dannes staaende Bølger i det vide Rør; saasnart denne Afstand er funden, bliver Bevægelsen inde i Røret voldsom, Heksemelet hvirvles i Vejret og kastes hen paa de Steder, hvor der er Ro; her samler

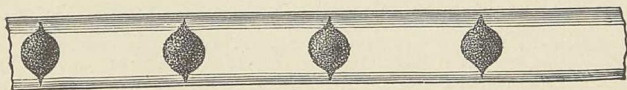


Fig. 24.

det sig i Bunker, hvorved man faar Figurer som viste i Fig. 24.

Ogsaa til dette Forsøg maa der kunne gøres et tilsvarende med elektriske Bølger; findes der virkelig elektriske Svingninger i Rummet uden om Gnisten, maa man kunne faa dannet staaende Bølger imellem Udsenderen og en Metalvæg, hvorfra Bølgerne kastes tilbage, idet de to Systemer af Svingninger paa enkelte Steder maa forstærke hinanden, paa andre ophæve hinanden. Hertz viste dette ved i en stor Sal at

fastgøre en Zinkplade paa 4 Meters Højde og 2 Meters Bredde til den ene Væg og i lang Afstand herfra at anbringe Bølgeudsenderen; Svingningerne ude i Rummet undersøgtes ved en cirkelformet Ledning afbrudt ved to smaa Kugler; Størrelsen af Cirklen var naturligvis valgt saadan, at den var i elektrisk Resonans med Udsenderen. Det viste sig da ganske rigtig, at i visse Afstande fra Væggen udebleve Gnisterne i Resonatoren — her vare altsaa Knuderne — medens de paa Stederne midt imellem vare kraftigst.

Ved disse Forsøg af Hertz er det uimodsigeligt godtgjort, at de elektriske Svingninger i Gnisten kunne fremkalde tilsvarende Svingninger i Rummet udenom, Svingninger, der udbrede sig med overmaade stor Fart (Hertz fandt den at være den samme som Lysets, nemlig 40000 Mil i Sekundet) og rimeligvis i meget store Afstande. I hvor lang Afstand man kan mærke dem, afhænger naturligvis af, hvilke Midler man har til at mærke dem med.

Hertz's Metode, at lade dem fremkalde Gnister i en Bileder, er ikke nogen videre fintmærkende Metode; bliver Afstanden fra Bølgeudsenderen meget stor, er Kraften ikke tilstrækkelig til, at Gnisterne kunne fremkomme. Man har derfor søgt at finde andre Maader til at mærke Svingningerne paa, den følsomste af dem er den af *Branly* og *Marconi* fundne.

3. Det Branly-Marconiske Modtagerapparat for elektriske Svingninger.

I Aaret 1890 gjorde Franskmanden *Edouard Branly* den Iagttagelse, at en Glasplade, der var bestrøet med fine Kobberspaaner, og som meget daarlig ledede Elektriciteten (den havde en Modstand paa flere Millioner »Ohm«), blev en forholdsvis god Leder, naar man i Nærheden udladede en Leidnerflaske eller lod en Induktionsmaskine give Gnister (Modstanden sank til nogle faa Hundrede Ohm).

Han fandt, at et Glasrør med Filspaaner opførte sig paa samme Maade, men at det igen tabte Ledningsevnen, naar man bankede paa det. I dette Apparat haves et overmaade følsomt Middel til Opdagelse af elektriske Svingninger. Prof. *Lodge* kalder det en »Coherer«, fordi han mener, at de elektriske Svingninger gøre Metaldelene sammenhængende (coherent) og derved ledende. Han tænker sig, at der mellem Metalfladerne er et overmaade tyndt Lag Ilte, der hindrer Metallernes Berøring og derved Strømmens Gennemgang; naar de elektriske Svingninger komme, fjærnes denne Hinde, og der foregaar ligesom en elektrisk Sammensvejsning af Metallerne. Hvorvidt denne Forklaring er rigtig, kan vel nok være tvivlsom; det turde overhovedet næppe være muligt for Tiden at give nogen Tydning af Fænomenet.

Lodge fandt, at hans Coherer var følsom i en Afstand af over 50 Alen; endnu mere følsom synes den af den italienske Fysiker *Marconi* anvendte Coherer at være.

Marconis Apparat til Paavisning af elektriske Svingninger er afbildet i Fig. 25 i den Form, hvori det leveres fra Ferdinand Erneckes mekaniske Etablissement i Berlin. Cohereren bestaar af et 4 Centimeter langt Glasrør, ind i hvilket der gaar to Sølvstænger (Elektroder), der naa indtil $\frac{1}{2}$

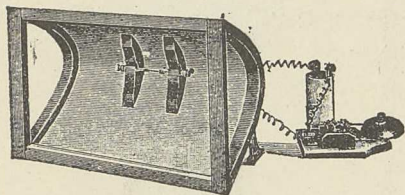


Fig. 25.

Millimeter fra hinanden. Rummet mellem Elektroderne er fyldt med en Blanding af Sølv- og Nikkelspaaner, 96 % Nikkel og 4 % Sølv, hvortil er sat et Spor af Kviksølv; endvidere er Røret pumpet omtrent lufttomt. For at stemme det af efter det Gnistapparat, man benytter, kan man til Elektrodernes uden for Røret ragende Ender hæfte Metalblade. Røret anbringes i Brænd-

linien for et Hulspejl, hvorved de ankommende Svingninger koncentrerer ned paa det. Elektroderne gaa ud gennem Spejlet og staa i Forbindelse med et Par galvaniske Elementer og et almindeligt elektrisk Ringeapparat. Under sædvanlige Forhold

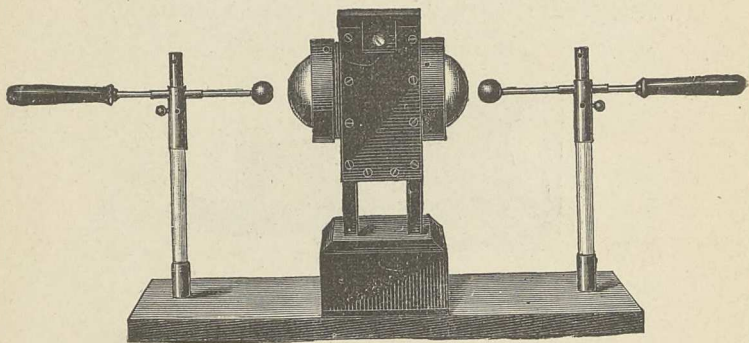


Fig. 26.

er som nævnt Modstanden i Røret overmaade stor, hvorfor Ringeapparatet tier stille; rammes Røret imidlertid af elektriske Svingninger, formindskes Modstanden til nogle faa Ohm, Strømmen kommer i Gang, og den elektriske Klokke giver sig til at ringe. Dette bliver den ved med, selv efter at Svingningerne ere hørte op; vil man have

den til at tie stille, banker man paa Røret; derved bliver Modstanden igen stor, og Strømmen praktisk talt afbrudt.

Apparatet er langt mere følsomt end de af Hertz benyttede Resonatorer og langt bekvemmere at anvende, da man ikke be-

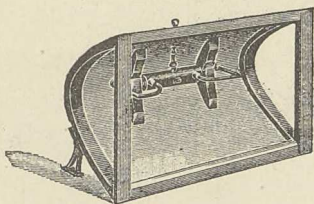


Fig. 27.

høver at gøre mørkt for at spejde efter de tit mikroskopiske Gnister.

Som Udsenderapparat er det endvidere bedst i Stedet for det af Hertz anvendte, der var stort og uhandleligt, at benytte følgende ændrede Form, der er angivet af den italienske Prof. *Righi* (Fig. 26). Det bestaar af to store og to smaa Metalkugler; de store ligge halvt inde i en Kapsel, der er fyldt med Vaselineolie; de smaa Kugler

staa lige over for de store og forbindes med Induktionsmaskinen. Saa snart denne sættes i Virksomhed, springe større Gnister over mellem de smaa og de store Kugler, og kortere, men meget kraftige Gnister mellem de store Kugler; de kunne ses

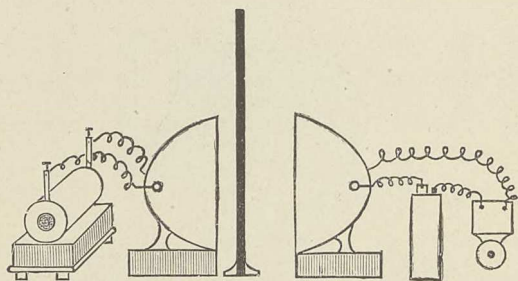


Fig. 28.

gennem et lille Glasvindu i Kapslen. Det er disse sidste Gnister, der udsende de elektriske Bølger. Apparatet anbringes bedst i Brændlinien for et Hulspejl (Fig. 27).

Med Righis Udsenderapparat og Marconis Modtagerapparat er det nu let at gentage Hertz's Forsøg. Fig. 28 viser saaledes de to Apparater stillede overfor hinanden; en Metalskærm er holdt op foran Udsender-

apparatet; der mærkes i saa Fald ingen Virkning. Det samme er Tilfældet, hvis en eller to Personer stille sig op, saa de dække helt for Apparatet; men saa snart man tager Skærmen væk eller Personerne gaa bort, begynder Klokken at ringe. Stiller man de to Apparater i hver sin Stue, viser det sig, at Virkningen gaar gennem den lukkede Dør, idet Klokken giver sig til at lyde, saa snart Udsenderapparatet sættes i Gang o. s. fr.

Hertz gjorde sine Forsøg i rent videnskabeligt Øjemed, og andet Formaal forfulgte de øvrige Forskere, der efter ham arbejdede med de elektriske Svingninger, heller ikke. Efter at man har faaet et Apparat, der er saa følsomt for disse Svingninger som Marconis, vil det imidlertid indses, at der er Mulighed for, at Sagen foruden den videnskabelige ogsaa vil kunne faa en meget vidtrækkende praktisk Betydning: Vi har et Middel til at udsende Signaler efter Behag, nemlig ved at slutte og afbryde den primære Strøm i vort Induk-

tionsapparat, hvorved vi kunne faa de elektriske Bølger til at begynde og høre op, naar vi har Lyst, og vi har et Apparat, der er følsomt nok til paa store Afstande at mærke disse Bølger. Hvis vi endvidere ved stadig Banken paa Cohereren sørge for, at den kun virker, saa længe Svingningerne foregaa, lade Signalerne sig sammensætte til et Alfabet, og vi ere følgelig i Stand til at benytte de elektriske Svingninger til Telegrafering, ja vi maa endogsaa kunne benytte vore sædvanlige Morseske Apparater, thi vi ere i Stand til fra Afsenderstedet efter Behag at slutte og afbryde en Strøm paa Modtagerstationen, og andet kræver den Morseske Telegraf jo ikke. Æren for først at have indset og virkelig gjort dette tilkommer *Marconi*.

FJERDE KAPITEL.

Marconis Telegraf.

Som nævnt i foregaaende Kapitel faar den Branly-Marconiske Coherer Evne til at lade en elektrisk Strøm gaa igennem sig i det Øjeblik, den rammes af elektriske Svingninger. Denne Strøm kan naturligvis bruges til at sætte et Morses Skriveapparat i Gang; skal man imidlertid kunne telegraferere, maa Skriveapparatet igen ophøre at virke i samme Øjeblik, Svingningerne ophøre. Nu ved vi, at Cohereren mister sin Evne til at lede Strømmen, naar man ved Slag paa Glasrøret ryster Metalspaanerne ud af deres Stilling; denne Egenskab kunne vi da benytte os af paa den Maade, at vi hele Tiden, medens Telegraferingen staar paa,

banker paa Glasset; Cohereren vil da blive uledende, saasnart Svingningerne ere forbi; men derved vil Strømmen gennem Skriveapparatet afbrydes, og dette ophører følgelig at virke. Denne Banken iværksætter nu Marconi simpelthen paa den Maade, at han lader Strømmen, der gaar gennem Skrive-

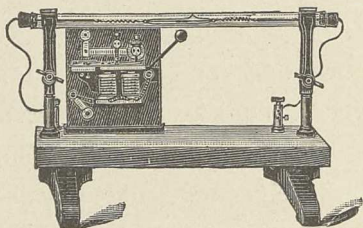


Fig. 29.

apparatet, tillige gaa gennem et Hammerapparat, der er indrettet som et almindeligt elektrisk Ringeapparat, men i Stedet for som i dette at lade Hammeren slaa paa en Klokke, lader han den slaa paa Glasrøret; baade Hammeren og Skriveapparatet begynde altsaa at virke i det Øjeblik, Svingningerne ankomme, og opføre igen, saasnart disse udeblive. Cohe-

rerer med Hammerapparatet ses i Fig. 29. I efterstaaende Fig. 30 er Marconis Telegraf skematisk fremstillet. Det øverste af

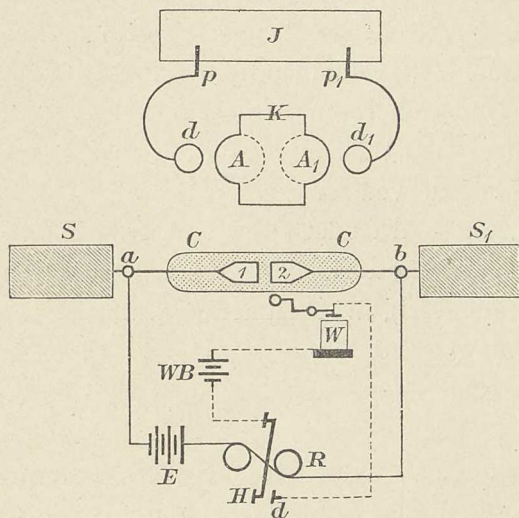


Fig. 30.

Figuren er Gnistapparatet, der udsender de elektriske Bølger; det er det i forrige Kapitel omtalte Apparat af Righi (Fig. 26). *J* er Induktionsmaskinen, *K* Kapslen med Vaselinolie, *A* og *A*₁ de store Kugler, mellem hvilke de kraftige Gnister slaa over, *d* og

d_1 de smaa Kugler, fra hvilke der slaar Gnister over til de store.

Det nederste af Figuren er Apparaterne paa Modtagerstationen: CC er Cohereren med Elektroderne 1 og 2; S og S_1 ere Metalblade, der anbringes paa Elektroderne, hvorved Cohereren bringes i elektrisk Resonans med Udsenderapparatet; det indses, at man derved er uafhængig af samtidig andetsteds fra udsendte Signaler. E er et galvanisk Batteri, WB et andet Batteri (et Lokalbatteri), W Hammerapparatet og R et Relais (se Side 17).

Naar man nu paa Afsenderstationen slutter den primære Strøm i Induktionsmaskinen J , hvad der sker ved at trykke paa et almindeligt Nøgleapparat som det, der er afbildet i Fig. 5, saa udsendes der fra AA_1 elektriske Svingninger, der udbrede sig med Lysets Hastighed og altsaa saa at sige i samme Nu træffe CC ; derved kommer der Ledning i denne, saa at Batteriet E kan komme til at sende en Strøm gennem Kredsløbet $E, a, 1, 2, b, R$ og E .

Idet denne Strøm gaar gennem Relaiset R , trækkes Stangen H paa Grund af den opstaaede Magnetisme hen til d ; derved kan der komme til at gaa en Strøm fra Batteriet WB gennem Hammerapparatet W , over d , H og tilbage til WB . Hammerapparatet giver sig da til at virke, og det samme er Tilfældet med Skriveapparatet, der er indesluttet i samme Kredsløb (men ikke medtegnet i Figuren).

Ophører man paa Afsenderstationen at trykke paa Nøglen, høre Gnisterne mellem A og A_1 op, de elektriske Svingninger udeblive, Strømmen fra E afbrydes, H gaar atter bort fra d , da Magnetismen i Relaiset forsvinder, Lokalstrømmen gennem Skrive- og Hammerapparatet afbrydes, og disse indstille deres Virksomhed. Efter som man paa Afsenderstationen holder Nøglen nedtrykket i længere eller kortere Tid, faar man altsaa paa Modtagerstationen afsat Streger eller Prikker paa Papiret i Skriveapparatet, saa at man telegraferer efter ganske det sædvanlige System.

Dette er i korte Træk Marconis Telegraf; i Virkeligheden er den dog noget mere kompliceret end her fremstillet. Naar nemlig Svingningerne ophøre, og som Følge deraf Strømmen fra Batteriet *E* afbrydes, kommer der ved *H* den saakaldte Afbrydningsgnist, der vil virke paa Cohereren og sætte Strømmen i Gang paa ny; ogsaa Gnisterne ved Hammerapparatet kunne frembringe Forstyrrelser. For at undgaa disse indfører Marconi da nogle Billedninger med stor Modstand ved Relaiset og ved Hammerapparatet; ved disse ekstra Dele skulle vi dog ikke opholde os, da det, som *Spies* har vist, er muligt at undgaa Forstyrrelserne paa en langt simplere Maade.

Spies's sindrige Ændring bestaar deri, at *han lader Lokalstrømkredsen staa med Strøm, medens der ikke telegraferes*; naar Svingningerne ankomme, afbrydes denne Strøm, men den derved dannede Gnist virker *sammen* med Svingningerne. Naar disse ophøre, sluttet atter Lokalstrømmen,

men ved saadan en Lejlighed kommer der ingen Gnister, Svingningerne kunne altsaa virke uden Forstyrrelser. Skriveapparatet maa naturligvis være indrettet saaledes, at

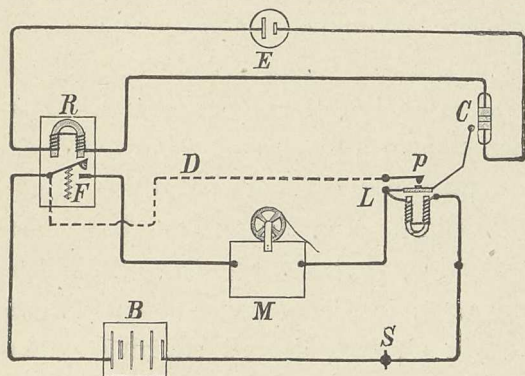


Fig. 31.

Mærkerne paa Papiret afsættes, naar der ingen Strøm gaar gennem Apparatet.

Fig. 31 giver Skemaet for denne ændrede Form af Marconis Telegraf.

R er Relaiset, M Skriveapparatet og L Hammerapparatet. Naar Apparatet er i Hvile, er Kontakten ved F sluttet ved, at Relaisvægtstangen af en Fjeder holdes i

Berøring med F . Ved Hjælp af Metal proppen S slutter man en Strøm fra Lokal-batteriet B gennem B , F , M , L , S og B , derved bliver Jærnkærnen i L magnetisk og tiltrækker Ankeret. Saa snart nu Svingningerne ankomme, sender Batteriet E en Strøm gennem Cohereren C og Relaiset; Jærnkærnen i R bliver magnetisk og trækker Vægtstangen væk fra F , hvorved Lokalstrømmen afbrydes, og Ankeret i L slaar op imod p . Ved denne Lejlighed sluttet imidlertid paa ny Strømmen om L 's Elektromagnet, nemlig gennem den punkterede Ledning D ; men derved trækkes Ankeret igen tilbage fra p , og Strømmen bliver afbrudt; Ankeret svipper da atter op mod p og slutter Strømmen paa ny, og saaledes kommer det til at svinge frem og tilbage og samtidig kommer Hammeren til at slaas mod C . Naar Svingningerne ophøre, forsvinder E 's Strøm, R bliver umagnetisk og Vægtstangen falder ned mod F , Lokalstrømmen sluttet, og Hammeren staar stille.

FEMTE KAPITEL.

Forsøg med Marconis Telegraf.

Der er allerede foretaget en hel Del Forsøg med den Marconiske Telegraferingsmetode; af disse skal her omtales nogle, der bleve foretagne i Juli forrige Aar ved Spezzia af den italienske Marine.

Afsenderapparatet stod i Land, Modtagerapparatet var om Bord paa et Krigsskib, og der gjordes Forsøg, dels mens Skibet laa for Anker, dels mens det var i Fart. Afsenderapparatet benyttedes i den af Righi angivne Form; de store Kugler, der laa i Vasilinolie, havde en Diameter paa 10 cm., de smaa paa 5 cm. Induktionsmaskinen havde en Gnistlængde paa 25 cm. Paa Afsenderstationen var rejst

en Mast med en saakaldet »Luftledning«, der stod i Forbindelse med den ene af de store Kugler, medens den anden af disse var »afledet til Jorden« paa den Maade, at en Metaltraad førte fra den til en Plade, der var lagt ud i Søen. Luftledningen bestod af en Kobbertraad, der endte i en Zinkplade, 40 cm. i Kvadrat. Modtagerapparatet om Bord havde ligeledes en Luft- og en Jordledning. Luft- og Jordledningen erstattede de S. 68 omtalte Metalblade, hvorved de to Apparater »afstemtes« efter hinanden.

Ved Forsøgene den 14., 15. og 16. Juli befandt Modtagerapparatet sig om Bord paa en Slæbedamper, paa hvis Mast Luftledningen anbragtes; den var omtrent 16 Meter lang. Luftledningen paa Afsenderapparatet var den første Dag 26 Meter, de andre 30 Meter lang. Af disse Forsøg, der bleve udførte med en Afstand af indtil 7480 Meter, fremgik det, at naturlige Forhindringer, som Bjerge, Øer eller frempringende Landstykker, umuliggjorde Tele-

graferingen, i det mindste naar Apparaterne vare i Nærheden af dem. Ligeledes forstyrredes Telegraferingen af atmosfærisk Elektricitet, dog vare de Tegn, som afsattes af denne, meget korte, saa at man ved videre Øvelse maatte kunne skelne dem fra de egentlige Telegraftegn.

Ved Forsøgene den 17. Juli var Modtagerapparatet bragt om Bord paa Panserskibet San Martino, der laa for Anker i en Afstand af 3200 Meter fra Afsenderstationen i Land. Afsenderens Luftledning var denne Gang 34 Meter lang; Modtagerapparatets var 22 Meter, den var hejset op mellem Masterne; »Jordledningen« endte i et Jærnstykke ved Boven.

Først stilledes Apparatet midtskibs, og Telegraferingen lykkedes udmærket.

Dernæst stillede man det tæt ved Jærngitteret ovenover Maskinrummet, og gav Luftledningen den nødvendige Forlængelse. Apparatet var saaledes fuldstændig omgivet af Metalmasser: Panser, Broer, Kanoner, Maskinen, Talerør, Vandrør, Damprør o. s. v.

Ogsaa ved disse Forsøg lykkedes Signaliseringen fuldkommen.

Endelig prøvede man at stille Apparatet paa Agterdækket $2\frac{1}{2}$ Meter under Havoverfladen, hvorved det altsaa blev omgivet af en højere Panservæg og tillige af et Vandlag. Ogsaa dette Forsøg gav et tilfredsstillende Resultat, om end Signalerne vare mindre tydelige end de foregaaende.

De sidste Forsøg i Rækken udførtes den 18. Juli. San Martino var denne Gang i Fart. Apparatet var anbragt paa den højre Dampkasse, og Luftledningen var befæstet til en Raa paa Hovedmasten; den var 34 Meter lang. Forsøgene viste, at under disse Omstændigheder kunde Signalerne mærkes indtil en Afstand af 18 Kilometer, skarpt dog kun indtil 16 Kilometer, og dette endvidere kun, naar ingen Forhindringer vare imellem. Tillige viste der sig den Mærkværdighed, at saa snart San Martino vendte sin Bov imod Stationen, kunde der kun telegraferes med Sikkerhed i en Afstand af $6\frac{1}{2}$ Kilometer.

Disse Resultater maa jo nu siges at være overmaade lovende, navnlig naar det tages i Betragtning, hvor ny Sagen er. Det kan anses for sikkert, at naar Omstændighederne ikke ere ugunstige, virker Telegrafien med fuld Paalidelighed indenfor visse Afstande, og det er at vente, at videre Forsøg ville lære at hæve de Ufuldkommenheder ved Apparaterne, som Metoden endnu lider af, thi til Mangler ved disse maa rimeligvis en Del af Usikkerheden tilskrives; ligesom det ogsaa er at forvente, at Apparaternes Forbedring vil forøge den Afstand, paa hvilken det er muligt at telegrafere. At Sagen er af overmaade stor Betydning, er indlysende; som Eksempel skal blot nævnes, at en i Juni 1892 nedsat engelsk Kommission til Undersøgelse af Telegraf- og Telefonforbindelserne med Fyrtaarne og Fyrskibe, har fundet den gamle Metode med undersøiske Kabler meget vanskelig, navnlig over for Fyrskibe, i hvert Fald kostbar paa Grund af de mange Reparationer; Kommissionen foreslaar derfor i sin

for nylig afgivne sidste Indberetning at afvente Resultaterne af de videre Forsøg med Marconis Telegraf, som foretages af den engelske Telegrafbestyrelse, før man skrider til Anlæg af nye Kabelforbindelser med Fyrskibe.

Skønt der jo er Grænser for den nye Metodes Anvendelighed, saa at der næppe bliver Tale om, at den nogensinde vil kunne komme til at overflødiggøre den gamle, saa er dog Feltet for dens Anvendelighed saa vidt, at vi allerede paa Sagens nuværende Standpunkt have Ret til at glæde os over, at Videnskaben atter har givet Mennesket et vigtigt Vaaben i Hænde i Kampen for dets Eksistens. Af det i det foregaaende udviklede vil det ses, at den Mand, hvis videnskabelige Arbejder have givet Stødet hertil, er den desværre saa tidlig afdøde geniale tyske Forsker **Heinrich Hertz**.



