Hur radion kom till

Av STIG EKELÖF

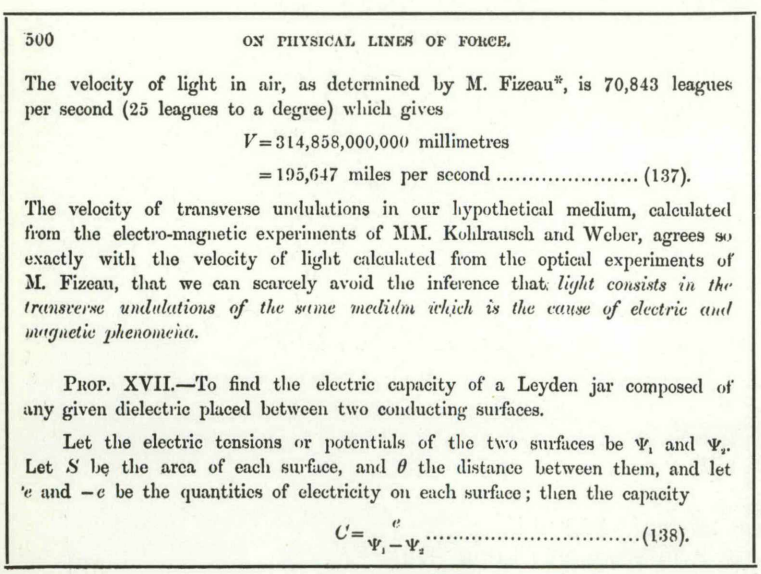
Efter föredrag den 29 maj 1972 vid
Radiovetenskapliga Konferensen i Lund (RVK 72).

Som vetenskap betraktad är radiotekniken ung — det är endast sjuttiofem år sedan Marconi sökte sitt första patent. Å andra sidan är dock sjuttiofem år en mansålder; det är en så pass lång tid, att det idag torde vara ganska få — elektrotekniker eller icke-elektrotekniker — som utan vidare har klart för sig hur det egentligen gick till då man började kommunicera "trådlöst". Kanske är tiden inne att erinra därom.

Vetenskaplig bakgrund

Skotten *James Clerk Maxwell* byggde på 1860-talet ut dansken *Hans Christian Örsteds* och engelsmannen *Michael Faradays* elektriska upptäckter till en matematisk teori för de elektromagnetiska fenomenen. Maxwells teori är en fältteori: det väsentliga är icke de till vissa områden koncentrerade elektriska strömmarna och laddningarna, utan de av dessa alstrade, överallt förefintliga elektriska och magnetiska krafterna.

Uttryckt i fältteorins språk hade Örsted funnit, att varje elektrisk ström ger upphov till ett magnetiskt fält. Faradays upptäckt av induktionslagen åter innebar, att varje *ändring* av ett magnetiskt fält ger upphov till ett elektriskt fält. Maxwell kompletterade dessa experimentella fakta med ett djärvt teoretiskt antagande: inte endast den elektriska ledningsströmmen utan *varje ändring av ett elektriskt fält skall ge upphov till ett magnetiskt fält* (Maxwells berömda "förskjutningsström").



500 ON PHYSICAL LINES OF FORCE.

The velocity of light in air, as determined by M. Fizeau*, is 70,843 leagues per second (25 leagues to a degree) which gives

$$V = 314{,}858{,}000{,}000 \text{ millimetres}$$

$$= 195{,}647 \text{ miles per second} \quad \ldots\ldots (137).$$

The velocity of transverse undulations in our hypothetical medium, calculated from the electro-magnetic experiments of MM. Kohlrausch and Weber, agrees so exactly with the velocity of light calculated from the optical experiments of M. Fizeau, that we can scarcely avoid the inference that *light consists in the transverse undulations of the same medium which is the cause of electric and magnetic phenomena.*

PROP. XVII.—To find the electric capacity of a Leyden jar composed of any given dielectric placed between two conducting surfaces.

Let the electric tensions or potentials of the two surfaces be Ψ_1 and Ψ_2. Let S be the area of each surface, and θ the distance between them, and let e and $-e$ be the quantities of electricity on each surface; then the capacity

$$C = \frac{e}{\Psi_1 - \Psi_2} \quad \ldots\ldots (138).$$

I sin avhandling "On Physical Lines of Force, Part III", publicerad i Philosophical Magazine för januari och februari 1862, ger Maxwell teorin för elektromagnetiska vågor (radiovågor), som fortplantar sig med ljusets hastighet; han uttalar, att ljuset bör vara en sådan vågrörelse. (Ur The Scientific Papers of James Clerk Maxwell, utgivna av W. D. Niven. Cambridge 1890. Vol. 1, p. 500.)



James Clerk Maxwell (1831—1879) härledde matematiskt möjligheten av radiovågor tjugofem år innan Heinrich Hertz påvisade dem experimentellt. (Ur L. Campbell & W. Garnett: The life of James Clerk Maxwell. London 1882.)



Heinrich Hertz (1857—1894) publicerade 1887/88 en serie avhandlingar i Annalen der Physik, vari han redogjorde för sina epokgörande försök med framställning och påvisande av radiovågor. De första radiovågorna hade våglängder kring 1 meter. (Ur Oliver Lodge: The Work of Hertz and some of his successors, being the substance of a lecture delivered at the Royal Institution on Friday evening, June 1, 1894. London s.a.)

Maxwell fann, att de ekvationer han sålunda kunde ställa upp, ledde till helt nya och ytterligt intressanta slutsatser:

> det borde finnas hastigt varierande elektriska och magnetiska krafter, som fortplanta sig genom tomrummet i vågform och med ljusets hastighet; ljuset självt borde vara en sådan elektromagnetisk vågrörelse.

Maxwell säger ingenting om hur man i praktiken skulle kunna framställa en sådan vågrörelse på elektrisk väg. Det första förslaget tycks ha kommit från den geniale irländaren *G. F. FitzGerald*. Han föreslog 1883, efter att dessförinnan ha betvivlat vågornas existens, att man skulle begagna de snabbt varierande strömmar, som man får genom urladdning av leydnerflaskor.

Det blev *Heinrich Hertz* förunnat att som den förste experimentellt framställa *fria* elektromagnetiska vågor och att ingående studera deras egenskaper. Hertz, elev till den store *Hermann von Helmholtz* i Berlin, var professor i Karlsruhe, då han 1887—88 kungjorde resultaten av sina berömda försök. Maxwell hade haft rätt i sin förutsägelse av radiovågornas existens! Men själv fick han inte uppleva denna triumf för den teoretiska fysiken, en av dess största. Han avled redan 1879, endast 48 år gammal.

Hertz alstrade sina vågor i en "oscillator" med hjälp av just sådana snabbt varierande strömmar, som FitzGerald talat om. Han påvisade dem med hjälp av sin "resonator", den första radiomottagaren. Oscillatorn var en öppen elektrisk svängningskrets med ett gnistgap; ett induktorium laddade upp gnistgapet till överslag. Vid överslaget uppkom i oscillatorn mycket snabba elektriska svängningar. Svängningstiden var en hundramiljondels sekund eller kortare, motsvarande våglängden 3 meter eller mindre. Resonatorn bestod av en ledningstråd, formad till en nära sluten krets; den var endast avbruten av ett litet reglerbart luftgap. Den elektromagnetiska vågen indikerades av en liten gnista i luftgapet.

Hertz kom ned till 60 cm våglängd. Han visade, att hans vågor hade samma egenskaper som ljuset ifråga om rätlinjig utbredning, polarisation, reflexion och brytning. En släkting till Hertz frågade honom 1889 i ett brev, om man skulle kunna använda hans vågor för telefoni. Han svarade nekande, hans anordning skulle inte fungera vid de långa våglängder, som svarar mot de i talet ingående svängningstalen. Och dock — det skulle inte dröja många år innan

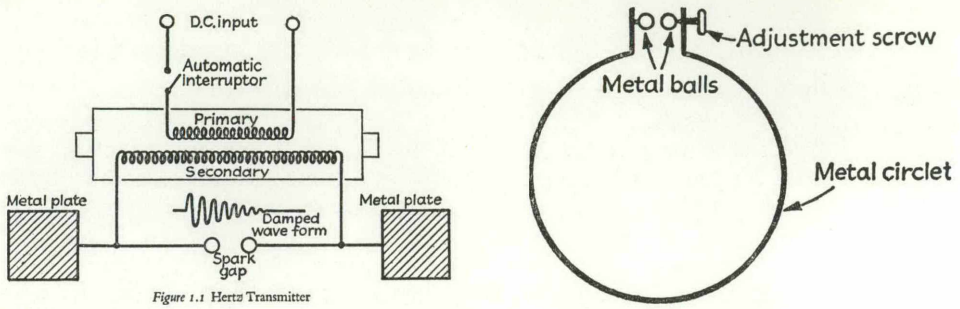


Figure 1.1 Hertz Transmitter

Hertz' oscillator (sändare) och hans resonator (mottagare). Oscillatorn i figuren består av två fyrkantiga metallplåtar, mellan vilka löper en rak metalltråd av ca 1 meters längd, avbruten i mitten av ett gnistgap. Resonatorn är en trådslinga med ca 35 cm radie, avbruten av ett litet justerbart gnistgap. (Ur W. J. Baker: A history of the Marconi Company. London 1970.)

de "Hertzska vågorna" kom till praktisk användning. Men då fanns inte längre Hertz. Han gick bort redan vid 36 års ålder, på nyårsdagen 1894. Även vetenskapen fick den dagen stor sorg.

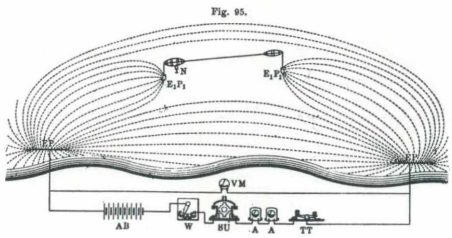
"Trådlös telegrafi" före Marconi

För att förstå situationen i början av 1890-talet bör man ha klart för sig, att "trådlöst" då inte alls var detsamma som "med elektromagnetiska vågor". Trådlös var varje metod, som överförde meddelanden på elektrisk väg utan att man hade ledningstrådar mellan sändare och mottagare. Och sådana metoder fanns det flera.

Man kunde till exempel telegrafera trådlöst med hjälp av elektrisk ledningsström. Bröderna *E.* och *W. Rathenau* gjorde tillsammans med *H. Rubens* lyckade försök 1894 på Wannsee utanför Berlin; räckvidd ca 5 km. Här måste också nämnas Orling-Armstrongs utmärkta ledningsmetod, som för mottagningen använde det av den svenske uppfinnaren *Axel Orling* konstruerade, högkänsliga elektrokapillärreläet. Vid försök i England 1901 kunde man telegrafera 35 km genom jorden. Systemet hade endast ett fel — det kom för sent!

En annan möjlighet var elektromagnetisk induktion mellan parallella ledningstrådar. Den metoden studerades på 1890-talet ingående av *William Preece,* chefsingenjör vid British Post Office. Det var en man, som skulle få stor betydelse för Marconi. Preece var framför allt intresserad av förbindelse med fyrar; han kom upp i avstånd om 5 till 10 kilometer.

Så småningom presenterade sig en tredje metod, som åtminstone



Trådlös telegrafi enligt metoden med elektrisk ledning på Wannsee utanför Berlin 1894 (E. och W. Rathenau, H. Rubens). I land: en 500 meter lång primärledning, ansluten till två 15 m² metallplåtar i vattnet. På 4,5 km avstånd mellan två båtar: en 100 meter lång sekundärledning mellan två 4 m² plåtar i vattnet. Primärt 3 ampere likström, sönderhackad 150 gånger i sekunden, och en telegrafnyckel; sekundärt, i en av båtarna, en hörtelefon. (Ur uppsats av E. Rathenau i Elektrotechnische Zeitschrift, årg. 15, 1894, p. 616.)

var teoretiskt möjlig — det var *vågmetoden.* Det dröjde dock innan någon på allvar intresserade sig för den och trodde på den. Vågorna gick ju bara rakt fram några få meter och tekniken var subtil. Sändarna var svaga och Hertz' resonator var visserligen en stor upptäckt, men den var otänkbar som praktisk mottagare. Var det möjligt att vågmetoden någonsin skulle kunna konkurrera med de andra trådlösa metoderna och med den trygga och väl utbyggda trådtelegrafen? Det vore i alla händelser ett arbete på mycket lång sikt.

En klarsynt siare skall dock nämnas. Det var *William Crookes,* mest känd för sina fundamentala studier av katodstrålarna. Crookes skrev år 1892 några profetiska ord:

> "Rays of light will not pierce through a wall, nor, as we know only too well, through a London fog; but electrical vibrations of a yard or more in wave-length will easily pierce such media, which to them will be transparent. Here is revealed the bewildering possibility of telegraphy without wires, posts, cables, or any of our costly appliances".

För att kunna hemlighålla sina meddelanden föreslår Crookes någonting helt nytt — den elektriska avstämningen av sändare och mottagare. Han säger:

> "I assume here that the progress of discovery would give instruments capable of adjustment, by turning a screw or altering the length of a wire, so as to become receptive of waves of any preconcerted length. Thus, when adjusted to 50-yard waves, the transmitter might emit, and the receiver respond to rays varying between 45 and 55 yards, and be silent to all others".

Crookes säger till slut:

> "This is no mere dream of a visionary philosopher. All the requisites needed to bring it within the grasp of daily life are well within the possibilities of discovery, ...".

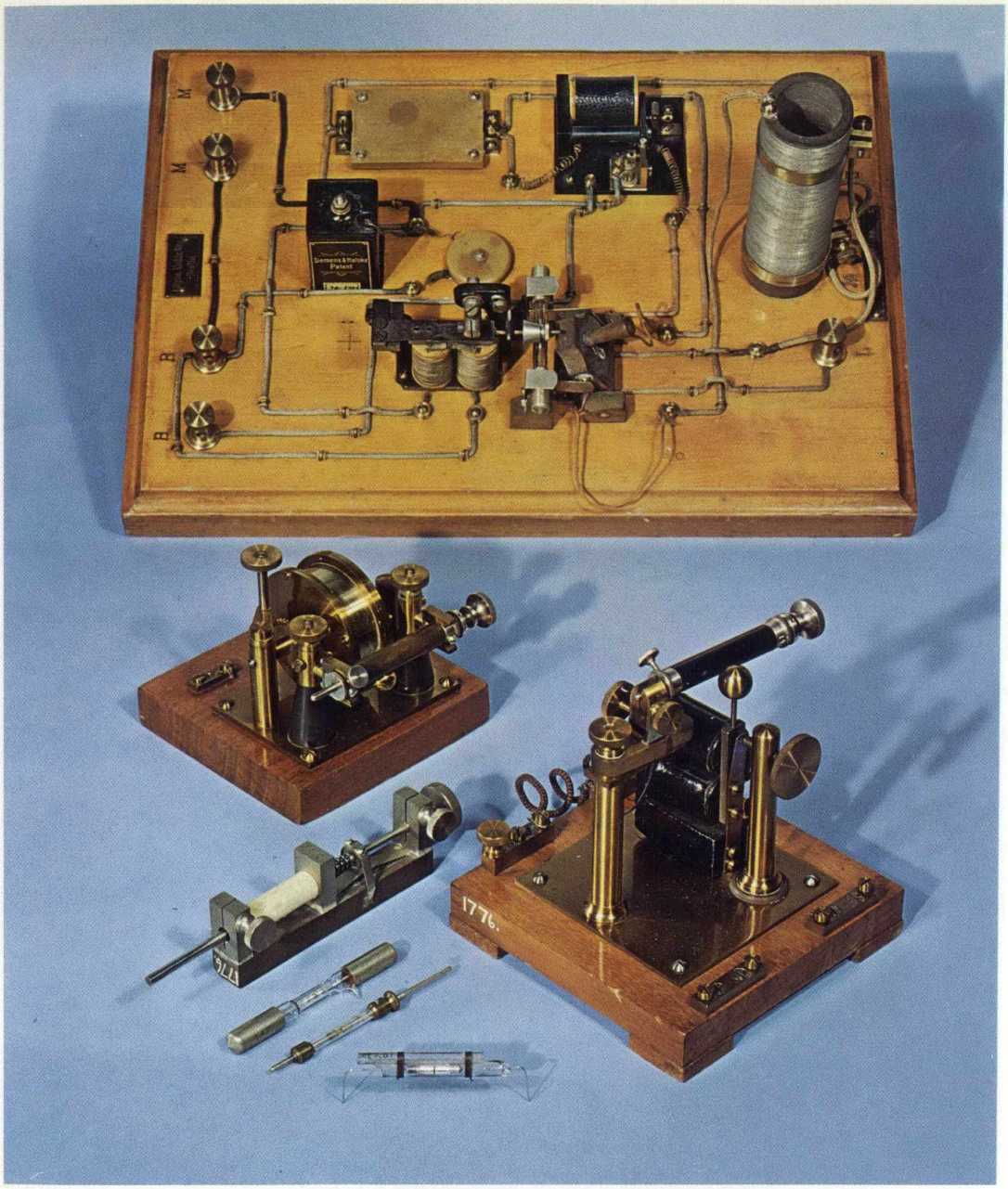
Crookes fick rätt. Tio år senare gick de Hertzska vågorna över Atlanten. All rekvisita hade verkligen legat redo och väntat på att någon skulle förstå att utnyttja den. Denne någon var en italienare, nästan en skolpojke. Han hette *Guglielmo Marconi.*

Från Hertz till Marconi

Men innan vi kommer till Marconi, måste vi gå tillbaka en smula och se efter vad som hände närmast efter Hertz' död. Andra fick fortsätta hans verk. Fysiker i alla länder började studera hans vågor. Av de många skall jag här endast nämna tre: Oliver Lodge i England, Augusto Righi i Italien och Alexander Popov i Ryssland.

Oliver Lodge, född 1851, professor i Liverpool, hade hämtat inspiration i Maxwells berömda lärobok. Han sysslade med vågor samtidigt med Hertz och han beskrev 1888 — inte fria vågor som Hertz — men väl stående vågor på ledningar. Han talar om att alstra ljus på rent elektrisk väg; vi skulle då slippa våra obekväma och oekonomiska ångmaskiner och dynamomaskiner. Och problemet — det var bara att gå ner med våglängden från 3 yards till en hundratusendels tum! Lodge sysslade också med avstämda leydnerflaskor, han kallade dem "syntonic jars". Det var början till radions avstämning. Han var slutligen en av dem, som arbetade med den detektor, som kom i stället för Hertz' resonator. Det var den anordning, som Lodge själv döpte till *kohärer* (jfr eng. "cohere", hänga ihop).

Kohärern är väl idag ett glömt instrument, jag måste ge den några ord. Den bygger på följande: fint pulver av metaller, som lätt oxiderar — järn, zink, silver — har, om det ingår i en elektrisk krets med låg spänning, en mycket hög resistans (elektriskt motstånd). Men vid tillräckligt hög spänning går resistansen ner till mycket små värden; ett otal små gnistor svetsar ihop metallkornen till en brygga. Det rör sig om verkligt stora resistansändringar, till exempel från 100 000 ohm till 100 ohm. En lätt knackning på pulverbehållaren är dock tillräcklig för att resistansen skall gå tillbaka till sitt ursprungliga höga värde. Fenomenet tycks ha beskrivits första



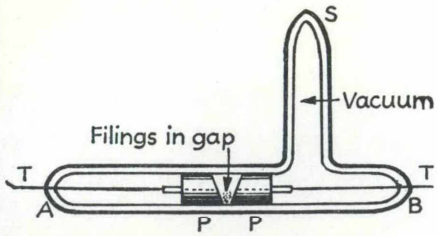
Tidig trådlös materiel från Tekniska Museet och Telemuseums samlingar.

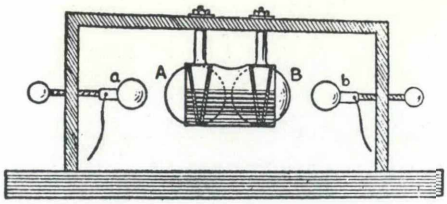
Nedtill till vänster fyra kohärerrör, i ordning nedifrån: vakuum-kohärer enl. Marconis konstruktion 1895; kohärer, Siemens & Halske 1905; kohärer till fartygsradiostation; stationen inköpt från AEG år 1903 och använd av den svenska (Gyldénska) expeditionen för undsättning av "Antarctic"; kohärer med fininställning av elektroderna, troligen tysk från åren efter sekelskiftet.

Upptill tre apparater, monterade på träplattor, i ordning uppifrån: kohärermottagare, system Slaby-Arco, tillverkad av AEG, 1900 eller något senare; mikrofon-kohärer enl. Köpsel (1899) med knackare; kohärer med knackarrelä, Siemens & Halske.



Marconis utrustning då han våren 1896 for till England. T. v. oscillatorn, t. h. hans "black box", som gjorde de engelska tullmännen mycket fundersamma. De innehöll kohärern med reläer och "knackare" och hade på framsidan en antenn i form av två kopparremsor. (Ur Degna Marconi: My father, Marconi. New York 1962.)





Bilden t. v. *Marconis kohärer, hans "elektriska öga", i ett senare utförande. Ett några centimeter långt, evakuerat glasrör med två försilvrade kontakter; mellan dessa metallkorn (95 % nickel, 5 % silver) av lämplig storlek och form, omsorgsfullt utplockade under mikroskop. En inkommande radiovåg minskar kraftigt anordningens resistans (elektriska motstånd); en lätt knackning på röret återför resistansen till dess ursprungliga höga värde. (Ur W. J. Baker: A history of the Marconi company London 1970.)*

Bilden t. h. *Marconis första oscillator. Konstruktion enligt Augusto Righi. Den egentliga oscillatorn bestod av de två metallkloten A och B, diameter 11 cm, med en 1 mm luftgap mellan sig. För att klotytorna ej skulle smutsas ner av gnistorna skedde överslagen genom vaselinolja, innesluten i ett vätsketätt hölje. (Ur E. Hawks: Pioneers of wireless. London 1927.)*

gången i en avhandling 1838. Författaren hette *Peter Samuel Munck af Rosenschöld* och var adjunkt vid Lunds universitet.[1])

En rad forskare kom sedan in på samma fenomen. Mest känd är fransmannen *E. Branly*, som gjorde ingående mycket värdefulla undersökningar, men som också hade den turen, att han kom i rätt ögonblick. Han visade 1890, att redan en gnista *i närheten* av pulvret är tillräcklig för att resistansen skall gå ner. Och 1893 fanns det flera, som förstod, att Hertzska vågor åstadkommer samma sak.

Oliver Lodge höll 1894 flera experimentalföredrag och publicerade ett av dem som bok; denna verksamhet fick stor betydelse — många, både vetenskapsmän och lekmän, blev först nu på allvar bekanta med de Hertzska vågorna. Med en Hertz' oscillator och sin kohärer demonstrerade Lodge signalering över 150 meter. Men han tycks inte haft en tanke på praktiska tillämpningar. Långt efteråt, 1923, skriver han:

> "I was too busy with teaching work to take up telegraphic or any other development; nor had I the foresight to perceive, what has turned out to be, its extraordinary importance to the navy, the merchant service, and indeed land and war service, too".

[1]) Peter Samuel Munck af Rosenschöld, fysiker, kemist, musikteoretiker, f. i Lund 1804, d. i Toppeladugård 1860. Magister 1826, docent i kemi 1829—32, adjunkt i fysik från 1832 till sin död, allt vid Lunds universitet. Ledamot av Musikaliska akademien 1850. M. skrev en lång rad avhandlingar, många över elektriska ämnen. Den här aktuella har titeln "Versuche über die Fähigkeit starrer Körper zur Leitung der Elektrizität" och finns i Annalen der Physik und Chemie, band 34, 1835, pp. 437—63.

Till Popov kommer jag senare. Om Righi kan jag fatta mig kort. *Augusto Righi,* född 1850, professor i Bologna, var en utmärkt fysiker. Han konstruerade effektivare oscillatorer och resonatorer, och kom ned till våglängden 3 cm. Man får nog säga, att det främst var Righi, som kvalitativt och kvantitativt utvecklade Hertz' teknik till en verklig *mikrovågteknik.* Även Righis intresse för de Hertzska vågorna var rent akademiskt. Men han tycks ha vänligt tagit emot en ung man, som fått i sitt huvud, att han skulle göra något praktiskt av dem. Den unge mannen — det var Marconi — brukade komma in från sitt föräldrahem utanför Bologna, åhöra Righis föreläsningar och ställa frågor till honom.

Marconi

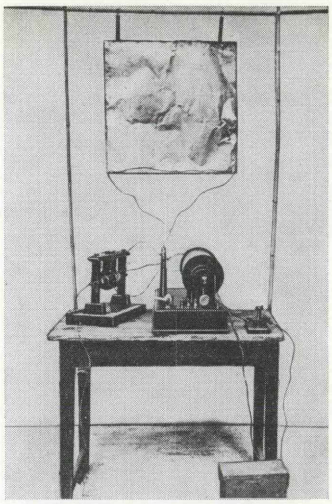
Marconi föddes 1874 och dog 1937. Hans far var godsägare utanför Bologna, förfäderna hade varit bönder högt uppe i Appeninernas berg. Hans mor kom från en ansedd irländsk familj. Hon hade skotskt och irländskt påbrå. Hon var en vacker, begåvad sångerska och hade rymt hemifrån för att få gifta sig med sin sjutton år äldre italienska man. Marconi hade sina karaktärsdrag från två mycket olika föräldrar. Inte underligt, att han var full av motsatser. Från fadern hade han bergsbons sinnesstyrka, självständighet, förmåga att reda sig med vad som finns till hands — men också hans kärvhet och önskan att vara ensam. Från modern: inte bara det ljusa håret och de blå ögonen utan också keltisk fantasi och kärlek till diktkonst, musik och färgring. Som barn talade Marconi så mycket engelska, att han i början fick lida smälek i skolan för sitt uttal av italienskan. Det blev snart bättre — och sin perfekta engelska skulle ha få stor nytta av.

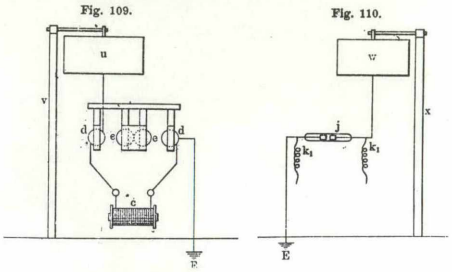
1894, tjugoårig, började Marconi fundera över de Hertzska vågorna. I juni 1895 tycks han ha börjat sina experiment i föräldrahemmet i Pontecchio, 2 mil utanför Bologna. Han kunde inte fatta, att inte någon annan för länge se'n förverkligat hans stora idé: att utnyttja de Hertzska vågorna till trådlös telegrafi. Alla element fanns ju; varför hade ingen satt ihop dem till ett system?

Det har sagts, att Marconi egentligen inte kom med något nytt. Må vara, att elementen var kända, men Marconi var dock den, som byggde hop dem till ett brukbart telegrafisystem. Och detta är nog inte hela sanningen. Om man studerar vad Marconi verkligen gjorde, så får man ett livligt intryck av ett intensivt, framgångsrikt och väsentligt arbete med att förbättra detaljerna. Framför allt konstru-



Guglielmo Marconi 1897, 23 år gammal. (Ur A. Banti: Il telegrafo senza fili, sistema Marconi. Rom 1897.)





Bilden t. v. *En efterbildning av Marconis första sändare från 1895. Man urskiljer de enkla och fåtaliga beståndsdelarna: gnistgap, induktorium, nyckel, batteri och antennplåt ("capacity area"). (Ur W. J. Baker: A history of the Marconi company. London 1970.)*

Bilden t. h. *Sändare och mottagare i världens första radiopatent, inlämnat av Marconi till engelska patentverket den 2 juni 1896. T. v. Sändaren: u = antenn, v = mast, E = jord, c = induktorium, dd = gnistgap, ee = oscillator. T. h. mottagaren: w = antenn, x = mast, E = jord, j = kohärer, k1k1 = drosslade tilledningar till reläer och skrivapparat. (Ur Guglielmo Marconis engelska patent nr 12039, "Improvements in Transmitting Electrical Impulses and Signals, and in Apparatus therefor". Ansökan inlämnad den 2 juni 1896, patentet beviljat den 2 juli 1897.)*

erade han en kohärer, som ifråga om känslighet och driftsäkerhet vida överträffade allt man dittills hade haft. De första åren av Marconis verksamhet är det ständigt kohärern, som ställs i förgrunden — hans nya, underbara "elektriska öga".

Marconi började sina försök inomhus men flyttade snart ut i parken. Han hade först en Righi-oscillator för 25 cm vågor med induktorium, en kohärer av Branly-typ, paraboliska speglar för riktad sändning. Snart kom han på förbättringar: han ersatte Righi-oscillatorn med ett enkelt gnistgap, jordade ena ändan av induktoriets sekundärlindning och kopplade den andra — först till en metallplåt och sedan via en metalltråd till en plåtburk uppe i en mast. Han fann, att transmissionsavståndet växte proportionellt med masthöjdens kvadrat: 2 m höjd gav 30 m signalavstånd, 4 m gav 100 m, 8 m gav 400 m och så vidare. Man frågar sig, om inte antennen var ett väl så viktigt framsteg som den så småningom förbättrade kohärern.

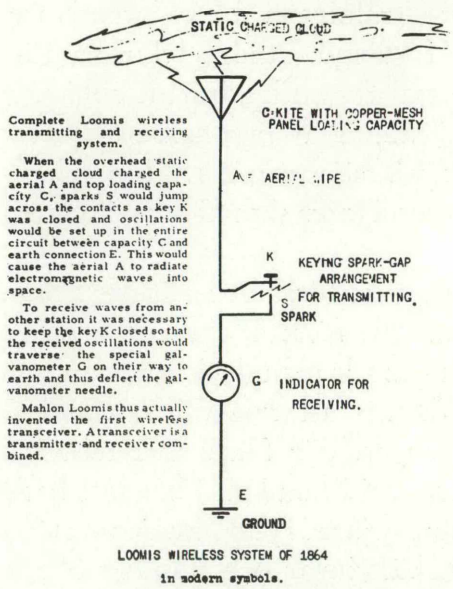
Antennen medförde inte bara, att strålningen blev intensivare, våglängden blev också automatiskt förlängd. Andra tekniska förbättringar: drosselspolar och shuntkretsar för att hindra, att kohärern störddes av diverse kontaktgnistor; skärmning av mottagarapparaten. September 1895 var en milstolpe. Då klarade man 2 1/2 km och — vad viktigare var — det gjordes med mottagaren skymd från sändaren av ett högt berg.

Hur skulle nu Marconis uppfinning bäst föras ut i världen? Som den patriot han var, erbjöd Marconi den först åt italienska post-, telegraf- och telefonväsendet. Där förklarade man dock, att man inte var intresserad. Han bestämde sig då för att resa till England. I England fanns intresse, där fanns pengar, där fanns inflytelserika släktingar. I februari 1896 kom Marconi till London. I bagaget hade han sina apparater. Några hektiska år började, fyllda av demonstrationer, stationsbyggande, tekniska förbättringar och ständigt ökade överföringsavstånd.

Den 2 juni 1896 sökte Marconi engelskt patent, som beviljades året därpå. Det är en lång patentskrift, mycket klart skriven. Den handlar till stor del om konstruktiva detaljer. Den börjar med en lång, ingående beskrivning av Marconis kohärerkonstruktion. Man får ett livligt intryck av att kohärern är det viktigaste.

Mahlon Loomis — en tidig föregångare

Och nu, när Marconi fått sitt patent, är det på tiden att säga något om hans konkurrent om äran, ryssen Alexander Popov. Egentligen är det flera, som kunde nämnas, och jag kan inte låta bli att dra fram en, den amerikanske tandläkaren *Mahlon Loomis*. Loomis fick 1872 patent på kommunikation med hjälp av luftelektriciteten. I patentansökan säger han, att man redan tidigare lärt sig att ersätta den ena telegraftråden med jorden; nu tar han bort den andra tråden och ersätter den med ett luftelektriskt skikt högt upp! Förklaringen tror jag inte mycket på, men jag tycker att Loomis' anordning är betänkligt lik ett system för vågtelegrafi. Men hur klarade han mottagningen? Det talas om en galvanometer. Var det något fenomen av samma slag som i Marconis magnetiska detektor, det vill säga att vågorna kunde ändra det magnetiska tillståndet hos galvanometernålen? Systemet lär ha fungerat på avstånd upp till 30 km mellan bergstoppar i Virginia. Men ingen trodde på uppfinnaren, det hela skämtades bort.



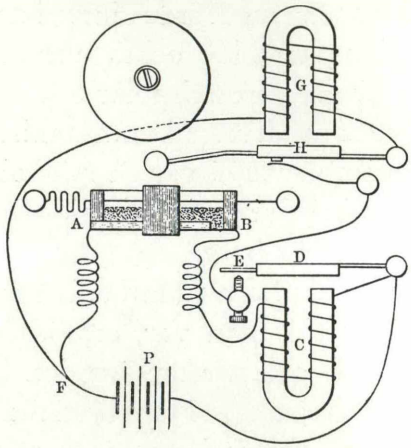
Complete Loomis wireless transmitting and receiving system.

When the overhead static charged cloud charged the aerial A and top loading capacity C_1 sparks S would jump across the contacts as key K was closed and oscillations would be set up in the entire circuit between capacity C and earth connection E. This would cause the aerial A to radiate electromagnetic waves into space.

To receive waves from another station it was necessary to keep the key K closed so that the received oscillations would traverse the special galvanometer G on their way to earth and thus deflect the galvanometer needle.

Mahlon Loomis thus actually invented the first wireless transceiver. A transceiver is a transmitter and receiver combined.

LOOMIS WIRELESS SYSTEM OF 1864
in modern symbols.



Bilden t. v. *Den amerikanske tandläkaren Mahlon Loomis' försök att telegrafera trådlöst 1864 med hjälp av luftelektriciteten. Han säges ha nått 30 kilometers räckvidd mellan två berg i Virginia. (Ur Th. Appleby: Mahlon Loomis, inventor of radio. Loomis' Publications, Washington, D.C., 1967.)*

Bilden t. h. *Popovs mottagare, hans "stormdetektor", konstruerad 1895. Med denna överensstämmer i princip Marconis mottagare från 1896; någon påverkan anses dock ej trolig. Popov hade ingen fullständig telegrafförbindelse; hans "sändare" var atmosfären, vars elektriska störningar han kunde uppfånga och indikera. I korta drag fungerade mottagaren på följande sätt. Kohärern AB anslöts mellan en lång, vertikal antenntråd och en jordledning. En inkommande elektrisk störning minskade kraftigt kohärerns resistans (elektriska motstånd); detta gjorde att först reläet CD och därefter reläet GH slog till, varvid ankaret H gav klocksignal; reläet GH slog så från och ankaret H stötte till kohärern, som då återfick sin ursprungliga höga resistans; reläet CD slog till slut från och mottagaren var tillbaka i sitt utgångstillstånd, beredd att ta emot nästa signal. (Ur A. Righi & B. Dessau: Die Telegraphie ohne Draht. Braunschweig 1903.)*

Alexander Popov

Så till Popov. *Alexander Popov,* född 1859, död 1905, var lärare vid ryska marinens torpedskola i Kronstadt. Genom Oliver Lodges artiklar blev han intresserad av radioområdet. Inför Sällskapet för fysik och kemi i St. Petersburg höll han den 7 maj 1895 ett föredrag "Om sambandet mellan metalliska pulver och elektriska svängningar". Föredraget sammanfattades på några rader i sällskapets handlingar. Popov beskriver en mottagare med kohärer. Den är mycket lik vad Oliver Lodge publicerat och vad Marconi gjorde något senare. Popov anslöt kohärern mellan en åskledare och jord och tog emot elektriska störningar från åskväder. En utförlig uppsats publicerades i januari 1896, alltså strax innan Marconi kom



Alexander Stepanovich Popov (1859—1905), lärare i fysik vid ryska marinens torpedskola i Kronstadt, Marconis främste konkurrent om äran av att ha uppfunnit radion. (Ur E. Hawks: Pioneers of wireless. London 1927.)

till England. Av vad Popov där anför på slutet förstår man, att telegrafin inte var hans primära intresse. Han säger:

> "Avslutningsvis vill jag uttrycka den förhoppningen, att min apparat, efter ytterligare förbättringar, skall kunna anpassas till överföring av signaler på avstånd med hjälp av hastiga elektriska svängningar så snart man funnit medel för framställande av sådana svängningar med tillräcklig energi".

Popov väntade alltså på en bättre sändare. Marconi väntade inte. Han gjorde en bättre mottagare, försåg både sändare och mottagare med antenner — och lyckades!

Under år 1896 tycks Popov för en tid ha lämnat sina radioförsök för att i stället studera röntgenstrålarna, upptäckta i december 1895. Sommaren 1896 var han, liksom flera år tidigare, chef för den elektriska anläggningen vid den stora varumässan i Novgorod. Mässan gav honom detta år ett pris för hans "stormdetektor". I september läste han i tidningarna om Marconis försök i England. Så snart han på hösten kom tillbaka till Kronstadt tog han åter upp sina radioexperiment och skrev till en lokal tidning, att Marconis mottagare troligen var mycket lik hans egen. Påföljande år skrev han på liknande sätt ett brev till den engelska tidskriften "The Electrician". Han talar även där blott om sin mottagare; något fullständigt telegrafisystem är det ej fråga om. Brevet slutar: "From the foregoing remarks may be inferred that the arrangement of Marconi's receiver is a reproduction of my lightning recorder". Det har antagits, att Popov här menat, att hans och Marconis kretsar var nära lika, inte att Marconi kopierat hans eget arbete.

Popov följde även i fortsättningen noga radioteknikens utveckling. Men föret i Ryssland tycks ha varit trögt. Då rysk-japanska kriget bröt ut 1904 blev ryska flottan — trots Popov — tvungen att hastigt beställa trådlös utrustning från utlandet, från tyskarna.

Ryssarna anser, att Popov uppfunnit radion. Det ströks under 1925, på 30-årsdagen av hans föredrag i Kronstadt den 7 maj 1895. Det ströks under än mer på 50-årsdagen 1945; då blev Popov officiellt förklarad som "radions uppfinnare" och det beslöts, att den 7 maj skulle firas årligen som "radions dag".

Det är inget tvivel om, att Popov var en utmärkt radiotekniker. Han har heller inte varit vare sig glömd eller förbisedd. I facklitteraturen från sekelskiftet och långt framöver förekommer han regelbundet. Men prioritet är en annan sak. En utmärkt kritisk gransk-

ning av frågan föreligger. Den har gjorts av *Charles Susskind* i den amerikanska Proceedings of the Institute of Radio Engineers för 1962, och har även kommit ut som separat skrift. Susskind är professor i Electrical Engineering i Berkeley, och för närvarande ordförande i den amerikanska elektroingenjörföreningens (I.E.E.E.) historiska kommitté. Han kan tydligen ryska. Hans slutsatser är i korthet ungefär dessa:

1) Popov har icke publicerat något om ett *sändar*-mottagar-system före Marconis patentansökan den 2 juni 1896.

2) Från rysk sida har det talats om en demonstration av Popov den 24 mars 1896 — alltså strax före Marconis patent. Man skulle då under stor entusiasm ha tagit emot och skrivit ner på svarta tavlan Morse-tecknen för "Heinrich Hertz".

Men om man andrar vad som är muntligt bekant om Popov, så får man göra detsamma med Marconi — och då hade Marconi hunnit minst lika långt redan hösten 1895.

Susskind slutar ungefär som så: ryssarna kan vara stolta över att ha givit världen en pionjär av Popovs klass; men varje teknikhistoriker, som förmår se bort från överdrivna nationella synpunkter, måste beklaga, att de velat ge honom en ställning långt över vad som svarar mot hans prestationer.

Marconis fortsatta verksamhet

Efter denna utvikning går vi så tillbaka till Marconi och hans äventyr i England. I juli 1896 gjorde han en första demonstration för Sir William Preece och The British Post Office; 100 meter riktad sändning från ett kontorsrum till ett tak i närheten. I september fortsattes försöken utomhus; 1 1/2 km riktad sändning. Senare på hösten började man med vertikala antenntrådar, uppburna av en ballong eller en drake; över 7 km. I maj 1897 vid Bristol-kanalen nytt rekord, 14 km. I juli 1897 bildades vad som senare blev Marconibolaget. Aktiekapital 100 000 pund. Inte illa av en 23-åring!

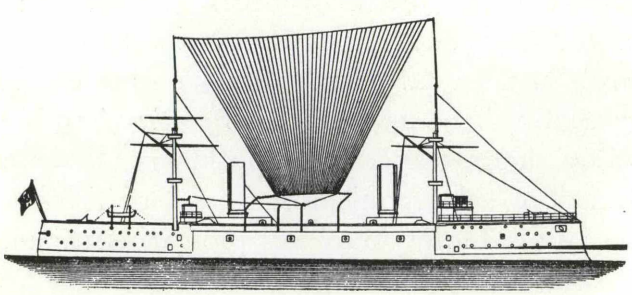
Andra länder började bli intresserade. Bristol-försöken följdes av den tyske professorn *Adolf Slaby* från tekniska högskolan i Charlottenburg. Tyskarna bidrog snart med stora tekniska insatser. På grundval av arbeten av Slaby, hans assistent *Georg von Arco* och professor *Ferdinand Braun,* katodstrålerörets uppfinnare, bildades 1903 Gesellschaft für drahtlose Telegraphie, idag känt som Telefunken. Men Slaby erkänner fullständigt Marconis pionjärinsats. Om sitt besök i Bristol 1897 säger han:

"Was ich sah, war tatsächlich etwas Neues, Marconi hatte eine Entdeckung gemacht; er arbeitete mit Mitteln, deren volle Bedeutung vor ihm noch niemand erkannt hatte. Nur dadurch erklärt sich das Geheimnis seines Erfolges".

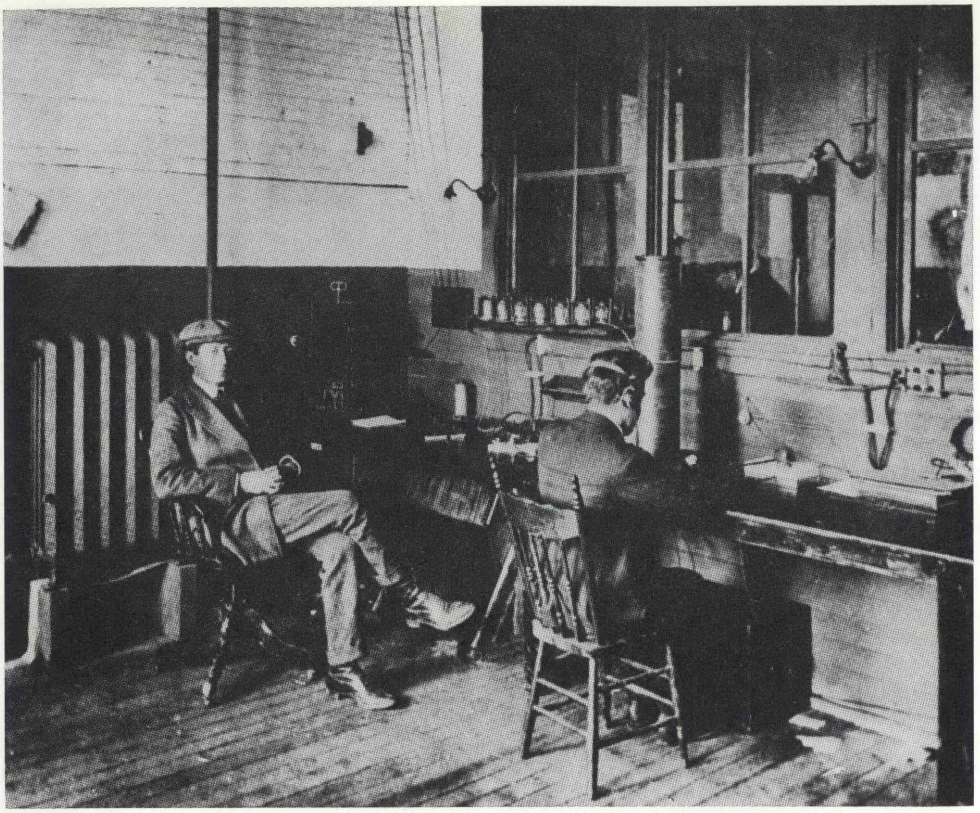
Sommaren 1897 följde försök hos italienska marinministeriet i Rom och ombord på italienska flottan i La Spezia. I marinministeriet stor entusiasm, då Morse-apparaten tickade fram sitt meddelande: "Viva l'Italia"!

1898: Isle of Wight, fyrar, fartyg. En tidning i Dublin rapporterade från en stor regatta mellan ett fartyg och land. Drottning Victoria fick förbindelse från Isle of Wight till Prinsen av Wales, som kryssade i farvattnen utanför. Drottningen var i början ovänlig men tinade upp — hon tyckte inte om italienare! På hösten 98 gjordes försök från en engelsk kryssare. De engelska journalisterna skall till officerarna ombord ha uttryckt sin förvåning över att så viktig tjänst blivit anförtrodd en ung utlänning. Svar: "England har ingen Marconi"!

1899 gjorde Marconi både civila och militära försök i USA och Frankrike. Så hade hans uppfinning nått alla de stora länderna. Många menade, att visserligen hade Marconi haft en idé, men nu var det högt utbildade vetenskapsmän och ingenjörer, som skulle föra det hela vidare. Marconi och hans bolag fick utstå en hård konkurrens. Men Marconi stod sig även i fortsättningen, bland annat tack vare en rad nya förbättringar. En första förbättring var att kohärerna inte kopplades direkt in i antennkretsen utan via en antenntransformator. För att få transformatorn kapacitansfattig, lindade Marconi den på ett speciellt sätt. Med denna förbättring klarade han i mars



Antennsystemet på den italienska kryssaren "Carlo Alberto" vid försöken sommaren 1902. Poldhu hade en liknande sändarantenn. (Ur J. Zenneck: Leitfaden der drahtlosen Telegraphie. Stuttgart 1909.)



Den 21 december 1902 sände Marconi de första telegrammen över Atlanten. Bilden visar mottagarstationen i Glace Bay, Nova Scotia. Marconi i bakgrunden. (Ur Degna Marconi: My father, Marconi. New York 1962.)

1899 Engelska kanalen, 50 km, och senare samma år en överföring mellan franska kusten och Chelmsford nordöst om London, 135 km. Engelska kanalen — det var något! Det resultatet skapade verkligt intresse hos press och publik i hela världen.

Nästa förbättring — kopplade, avstämda kretsar i sändare och mottagare. Här hade Oliver Lodge ett patent från 1897, som Marconi-bolaget köpte. Marconi själv tog ut ett annat patent i april 1900. Här gjorde också Braun sin stora insats. De kopplade, avstämda kretsarna, Marconis "syntonic telegraphy", möjliggjorde mycket större avstånd. I januari 1901 fick man förbindelse mellan Isle of Wight och yttersta delen av Cornwall, över 300 km. Det blev alltmer klart, att vågorna inte gick rakt fram, som de flesta ansett. Marconi själv blev mer och mer övertygad om att man skulle kunna telegrafera över Atlanten. Jag kan här endast helt kort gå in på det

Lecture & Practical Demonstration

OF

MARCONI'S

WONDERFUL SYSTEM OF

WIRELESS TELEGRAPHY

BY MR.

WILLIAM LYND.

The Instruments used are supplied by the WIRELESS TELEGRAPH SIGNAL CO.



And prepared specially for Mr. LYND by Signor MARCONI.

MARCONI AND HIS MARVELLOUS APPARATUS.

How to Send Telegrams through Space and Apparent Obstacles will be demonstrated during the course of the Lecture. Mr. LYND will be assisted by Mr. W. W. BRADFIELD, one of Signor Marconi's Experimental Assistants.

The Demonstration of Wireless Telegraphy by Mr. William Lynd must have proved to the audience little short of a revelation.
BELFAST EVENING TELEGRAPH (Jan. 21, 1898)

Affisch från populärvetenskaplig föreläsning med demonstrationer om Marconi-systemet, 1898.

arbete, de mödor och de strapatser, som krävdes innan *den* idén blev verklighet.

1900 byggdes en stor sändarstation i Poldhu längst ut på Cornwall. Det första antennsystemet blåste ner och ersattes med en solfjädersantenn av 50 koppartrådar, uppspända mellan två 50 meter höga master, 60 meter från varandra (jfr bilden av kryssaren "Carlo Alberto"). Maskineffekten var ca 10 kW. Man hade ännu inte kommit så långt, att man kunde mäta våglängden, men man hade tumregeln fem gånger antennhöjden, i detta fall alltså 300 meter. Marconi for över till Newfoundland och byggde en mottagningsstation i St. Johns. Antennen var en tråd, som lyftes till 125 meters höjd av en drake; det klarade sig till och med i Newfoundlands höststormar. Den 12 december 1901, efter åtskilliga dagar utan resultat, tog så Marconi emot de berömda S-tecknen från Poldhu. Men försöken avbröts hastigt. Det stora kabelbolaget Anglo-American Telegraph Company hade monopol på transatlantisk trafik från Newfoundland och såg till att Marconi stoppades. Det finns de som anser, att det inte var klokt handlat!

Marconi kunde bara stoppas på Newfoundland. Poldhu utvidgades och nya sändarstationer byggdes på Cape Cod, Massachusetts, och i Glace Bay, Nova Scotia. Då Marconi i februari 1902 for till Canada, gjorde han försök från båten och kom underfund med dagsljusets stora inverkan på räckvidden. Det var en annan av hans viktiga upptäckter.

Under byggnadstiden gjorde Marconi sommaren 1902 försök från det italienska krigsfartyget "Carlo Alberto". Här använde han sin nya magnetiska detektor. Den var känsligare och driftsäkrare än kohärern. Färden gick först till St. Petersburg och man hade god förbindelse från Poldhu till Skagen och sedan ända till Kronstadt. I Kronstadt sammanträffade Marconi med Popov. Förhållandet dem emellan tycks ha varit vänskapligt. Enligt Marconis dotter Degna, som skrivit en utmärkt biografi över sin far, yttrade Popov då han kom ombord: "I want to pay my respects to Marconi, the father of wireless". Då Marconi gifte sig 1905, skickade Popov enligt samma källa som bröllopspresenter en sälskinnspäls och en silversamovar! På återvägen hade man från Medelhavet god förbindelse med Poldhu tvärs över kontinenten. Det var en ny viktig erfarenhet!

Och så till slut: den 21 december 1902, ett år efter S-tecknen, sju år efter de första försöken i trädgården i Pontecchio, kunde Marconi

PUNCH, OR THE LONDON CHARIVARL.—Oktober 22, 1913



"S. O. S."

Punch (to Mr. Marconi). "Many hearts bless you to-day, Sir. The world's debt to you grows fast."

Efter en av de många fartygsolyckor, där Marconis radio hade bragt räddning, fanns denna bild i "The Punch" av den 22 oktober 1913.

från Nova Scotia sända sina första "Marconigram" över Atlanten. De gick till Edward VII av England, som året innan efterträtt sin mor, och till Viktor Emanuel av Italien.

Slutord

Här tror jag vi kan sluta. Den trådlösa hade kommit för att stanna. Marconi hade blivit en berömdhet. Han betraktades som en mänsklighetens välgörare. Han fick nobelpriset — han delade 1909 års fysikpris med Ferdinand Braun.

En fråga återstår dock att besvara. Kan någon eller några personer sägas vara "radions uppfinnare"? Meningarna har varit och är delade. Min egen uppfattning är denna. För det första kan jag — för att uttrycka mig försiktigt — icke finna någon, som har klar prioritet före Marconi i den meningen, att han före denne demonstrerat eller i tryck beskrivit ett praktiskt fungerande system för radiotelegrafi. För det andra: då man inom *tekniken* talar om prioritet, brukar man också ta hänsyn till hur vederbörande genom sitt arbete påverkat utformningen av vår värld. Här står det helt klart för mig, att det icke finns någon, som ens tillnärmelsevis kan konkurrera med Marconi. Slutsatsen blir: Skall någon överhuvudtaget kallas "radions uppfinnare", så är det Marconi och ingen annan än Marconi!

Summary in English

This year marks the 75th anniversary of Marconi's first patent application. It seems worth while to call to mind how wireless was born.

The preparatory scientific work of Örsted, Faraday, Maxwell and Hertz is briefly described. Some systems for "wireless communication", using conductive or inductive effects, are mentioned. The early work on Hertzian waves of Lodge, Righi and Popov is depicted. A relation is given of Marconi and his work up to the famous "Marconigrams" across the Atlantic in December 1902.

Finally: who invented the radio? The author gives his vote to Marconi for two reasons: nobody seems to have anticipated him as to the development of a practical system of radio communication; the influence of Marconi's work on the moulding of our world by far exceeds that of his competitors.

Källor och litteratur

Nedan följer ett urval litteratur, som bedömts kunna vara av intresse för studier i radioteknikens äldsta historia. Samtlig litteratur, ävensom allt underlag för illustrationerna, finns vid Institutet för elhistoria, Chalmers tekniska högskola. Även Tekniska Museet har en god samling äldre radiolitteratur; den kommer från den svenska radiopionjären Thor Thörnblads bibliotek.



Souvenir från Nobelfesten 1909. Marconi delade priset i fysik med den tyske professorn Ferdinand Braun "in recognition of their contributions to the development of wireless telegraphy". De övriga pristagarna var: i litteratur Selma Lagerlöf, i kemi Wilhelm Ostwald, i fysiologi och medicin Theodor Kocher. (Ur Degna Marconi: My father, Marconi. New York 1962.)

MacDonald, D. K. C.:
Faraday, Maxwell and Kelvin. (Science study series.) New York 1964

Tricker, R. A. R.:
The contributions of Faraday and Maxwell to electrical science. (Selected readings in physics.) Oxford 1966.

Hertz, H.:
Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft. Leipzig 1892.

Lodge, O.:
The work of Hertz and some of his successors. Being the substance of a lecture delivered at the Royal Institution on Friday evening, June 1, 1894. London s. a.

a. Före Marconi och Popov

Lodge, O.:
Past year an autobiography. New York 1932. Kap. 17.

Righi, A. & Dessau, B.:
Die Telegraphie ohne Draht. Braunschweig 1903.

Appleby, Th.:
Mahlon Loomis, inventor of radio. Washington D. C., 1967.

b. Från och med Marconi och Popov, allmänna framställningar

Prasch, A.:
Die drahtlose Telegraphie (Sammlung elektrotechnischer Vorträge, Bd 2, hft 4—5). Stuttgart 1900.

Prasch, A.:
Die Fortschritte auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie I—IV (Sammlung elektrotechnischer Vorträge, Bd 5, hft 1—4; Bd 6, hft 5—8; Bd 8, hft 1—7; Bd 10, hft 1—7). Stuttgart 1903—1906.

Braun, F.:
Drahtlose Telegraphie durch Wasser und Luft. Leipzig 1901.

Fahie, J. J.:
A history of wireless telegraphy. Edinburgh 1901.

Slaby, A.:
Die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Funkentelegraphie. Berlin 1901.

Lindberg, E. & Wallenius, N.:
Telegrafering utan tråd. Stockholm 1903.

Eichhorn, G.:
Die drahtlose Telegraphie auf Grund eigner praktischer Erfahrungen. Leipzig 1904.

Jentsch, O.:
Telegraphie und Telephonie ohne Draht. Berlin 1904.

Kittl, T.:
Die elektromagnetische Wellentelegraphie. Zürich 1905.

Nesper, E.:
Die drahtlose Telegraphie und ihr Einfluss auf den Wirtschaftsverkehr unter besonderer Berücksichtigung des Systems "Telefunken". Mit einem Verzeichnis der Patente und Literaturangaben über drahtlose Telegraphie. Berlin 1905.

Poincaré, H. & Vreeland, F. H.:
Maxwell's theory and wireless telegraphy. London 1905.

Poincaré, H.:
Die Maxwellsche Theorie und die Hertzschen Schwingungen. Die Telegraphie ohne Draht. Leipzig 1909.

Poincaré, H.:
Théorie de Maxwell et les oscillations hertziennes (Scientia No. 23). 3. uppl. (Paris) 1925.

Zenneck, J.:
Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie. Stuttgart 1905.

Zenneck, J.:
Leitfadern der drahtlosen Telegraphie. Stuttgart 1909.
2. uppl., Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie. Stuttgart 1913.
5. uppl. Förf. Zenneck-Rukop. Stuttgart 1925.

Fleming, J. A.:
The principles of electric wave telegraphy. London 1906. (Även senare upplagor.)

Pierce, G. W.:
Principles of wireless telegraphy. New York 1910.

Thörnblad, T.:
Trådlös telegrafi. Stockholm 1911.

Markau, K.:
Die Telephonie ohne Draht. (Die Wissenschaft, häfte 43.) Braunschweig 1912.

Fleming, J. A.:
Fifty years of electricity. The memories of an electrical engineer. London (1921). Kap. 7.

c. Marconi och hans system

Banti, A.:
Il telegrafo senza fili, sistema Marconi. Rom 1897.

Slaby, A.:
Die Funkentelegraphie. Berlin 1897.

Tarchi, A.:
Il telegrafo senza fili. Spiegazione popolare. Florens 1897.

Solari, L.:
Marconi dalla borgata di Pontecchio a Sydney d'Australia. Neapel 1928.

Solari, L.:
Storia della radio. Milano 1939.

Solari, L.:
Marconi nell'intimitá e nel lavoro. Milano 1940.

Branly, E.:
La télégraphie sans fil. (Collection Payot.) Paris 1922.

Slaby, A.:
Entdeckungsfahrten in dem elektrischen Ozean. 6. uppl. Berlin 1923.

Lodge, O.:
Talks about wireless. London 1925.

Hawks, E.:
Pioneers of wireless. London 1927.

Blake, C. G.:
History of radio telegraphy and telephony. London 1928.

Dunlop, O. E.:
Marconi, l'uomo e le sue scoperte. Milano 1938.
(Översättning från det amerikanska originalet "Marconi, the man and the wireless".)

Marconi, D.:
My father, Marconi. New York 1962.

Tabarroni, G.:
Bologna e la storia della radiazione. A 70 anni dalle prime trasmissioni di Guglielmo Marconi a Villa Griffone. Bologna 1965.

Baker, W. J.:
A history of the Marconi company. London 1970.

d. Alexander Popov

Howe, G. W. O.:
Artiklar om Popov i tidskriften "Wireless Engineer": "Alexander S. Popov", jan. 1948; "The inventor of radiotelegraphy", maj 1948; "Inventor of radio", sept. 1948; "Alexander S. Popov", aug. 1949. Den sista artikeln innehåller bl.a. ett bemötande av en insändare i aprilnumret med rubriken "Alexander S. Popov", författad av J. B. Thornton.

Radovsky, M.:
Alexander Popov, inventor of radio. (Men of Russian science.) Moskva 1957.

Akademija Nauk SSSR:
Aleksander Stepanovic Popov, v charakteristikach i vospominanijach sovremennikov (Alexander Stepanovich Popov, karakteristik och minnen av hans samtida). Moskva 1958.

Susskind, Ch.:
Popov and the beginnings of radiotelegraphy. San Francisco 1962.

A. J. Berg (Ed.):
Izobretenie radio A. S. Popov (Dokumenty i materialy) /A. S. Popov, radions uppfinnare. (Dokument och material.) Moskva 1966.