

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

---

SCRITTI

DI

GUGLIELMO MARCONI



ROMA

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

1941-XIX

## SULLA TELEGRAFIA SENZA FILI (\*)

(\*) Conferenza tenuta in Roma nell' Aula massima del Campidoglio dall'Associazione elettrotecnica italiana nella seduta solenne in onore di Guglielmo Marconi il 7 maggio 1903.

*Sire, Graziosa Regina, Altezze Reali, Signore, Signori.*

E' con animo commosso che io potrò parlare alla augusta presenza di Vostra Maestà, che col Suo altissimo interessamento e col Suo sovrano appoggio mi ha sostenuto nel modo più potente nell'ardua via del mio lavoro, e mi ha compensato nel modo più lusinghiero per quanto ho potuto ottenere coll'opera mia, intenta a rendere pratico un nuovo e più conveniente mezzo di comunicazione tra gli uomini.

E' con profonda soddisfazione del mio cuore d'italiano che dopo molti anni di lavoro compiuto in varie parti del mondo, oggi mi ritrovo a Roma, nella capitale gloriosa della patria mia, dove principalmente si è svolta l'iniziativa dei ministri, per merito dei quali spero vengano assicurati all'Italia i vantaggi più grandi che la telegrafia senza fili possa dare.

Da quando lasciai l'Italia per sperimentare e perfezionare la mia invenzione di fronte alle immense distanze dell'Oceano Atlantico, in mezzo al traffico attivo che si svolge fra le coste del Nord America e dell'Inghilterra, per le cui esigenze sono sempre più insufficienti i mezzi più moderni di comunicazione, è questa la prima volta che ho l'onore e la fortuna di dare nel mio paese una completa relazione del lavoro fatto da me e dai miei assistenti nel campo della telegrafia senza fili.

Nel riesaminare questa storia dovrò rievocare esperienze, risultati e fatti in parte già resi noti; ma è per mia gioia ed orgoglio che mi sono riservato di dare in Roma l'affermazione del risultato pratico maggiore sino ad oggi ottenuto, del quale la trasmissione radiotelegrafica a qualsiasi distanza diventerà per l'avvenire, io spero, un semplice corollario.

### PRINCIPI SCIENTIFICI.

E' a tutti noto come nello studio delle forze e delle leggi fisiche da me applicate io abbia avuto molti precursori; ma credo pure che quando in Bologna nel 1895 pensai di utilizzare le oscillazioni elettriche trasmesse attraverso l'etere dello spazio per ottenere un nuovo sistema di telegrafia, nessuno era ancora riuscito a trasmettere senza fili, mediante i raggi di Hertz, a vantaggiosa distanza, un segnale telegrafico qualsiasi regolarmente registrabile. Ed a prova di ciò è noto come la notizia della riuscita delle mie prime esperienze venne accolta, specialmente all'estero, con quasi generale diffidenza.

La possibilità di attivare macchine e apparecchi attraverso lo spazio senza servirsi di qualsiasi tangibile od artificiale conduttore e di obbligare questi apparecchi a fare certi movimenti dipendenti dalla volontà della persona che manipola gli apparecchi trasmettitori posti a centinaia o migliaia di miglia di distanza dai primi, si presenta certo alla mente come un risultato meraviglioso e forse misterioso.

Tuttavia, studiando da vicino i mezzi impiegati dalla natura nella trasmissione delle più grandi sue forze si trova, che, per quanto meravigliosa possa sembrare la trasmissione telegrafica senza fili, pure questa effettuasi in modo più conforme ai metodi naturali di quello che non succeda nell'ordinaria trasmissione telegrafica mediante i fili.

Ed invero la telegrafia senza fili non è che una semplice conseguenza dell'osservazione e dello studio dei mezzi impiegati dalla natura per ottenere i suoi effetti di calore, di luce, di magnetismo attraverso lo spazio.

Come il calore e la luce del sole, da cui dipende la vita del nostro pianeta, ci vengono trasmessi attraverso milioni e milioni di chilometri di spazio, come la luce delle lontanissime stelle, come le tante perturbazioni elettriche e magnetiche della natura si manifestano a noi dopo avere attraversato le più smisurate distanze, a me parve che adoperando mezzi simili a quelli adoperati dalla natura si sarebbero pure dovuti trasmettere degli effetti a nostra volontà, regolarmente registrabili a qualsiasi distanza.

Così il sistema di telegrafia attraverso allo spazio, del quale ora sono intento a parlare, è basato appunto su metodi atti a produrre e controllare certe specie di onde elettriche che sono invisibili ai nostri occhi, ma sono simili alle onde luminose, per quanto differenti da esse rispetto al periodo di vibrazione.

La prova matematica data da Clerk Maxwell e quella sperimentale data da Heinrich Hertz sulla identità della luce e della elettricità hanno insegnato a produrre ed a rivelare tali onde, ed hanno reso possibile questo nuovo mezzo di comunicazione.

I fenomeni della induzione elettromagnetica messi in evidenza dalle scoperte di Arago, di Faraday, di Ampère hanno già da tempo dimostrato come possa avvenire una trasmissione di energia elettrica attraverso un piccolo spazio d'aria fra un conduttore percorso da una corrente variabile ed un altro conduttore posto in vicinanza, e come tale trasmissione sia sensibile a distanze più o meno grandi, a seconda che la corrente del primo vari in modo più o meno rapido e sia messa in giuoco maggiore o minore quantità di energia.

La spiegazione meccanica di tale fenomeno può essere appunto ritrovata nell'esempio del modo con cui viene trasmesso a maggiori o minori distanze il disturbo provocato nell'aria dallo scatto di una molla tesa, a seconda della frequenza di oscillazione della molla e della massa d'aria da essa spostata.

In considerazione di ciò mi è parso naturale, per ottenere una trasmissione di energia, disporre di correnti alternate di altissima frequenza e di grandissimo potenziale, cioè delle correnti simili a quelle prodotte dalla scarica oscillante di un condensatore.

Sarebbe impossibile in una sola conferenza spiegare come debbasi ottenere una scarica elettrica oscillante affinché questa produca onde elettriche di caratteristiche adatte alla trasmissione a grande distanza. Ricorderò solo come la grande affermazione sperimentale data da Hertz nel 1887 alla teoria di Maxwell abbia dimostrato che se due corpi metallici vengono caricati elettricamente in senso opposto e poi scaricati l'uno sull'altro mediante una scintilla, in certe condizioni possono irradiarsi nello spazio onde, di cui è possibile misurare la lunghezza, come pure di osservare i fenomeni di riflessione, di rifrazione e di polarizzazione. È stato inoltre riconosciuto come la lunghezza di tali onde sia assai grande in confronto di quella delle onde luminose e come esse abbiano il vantaggio di non essere assorbite da nebbia e da molti corpi, che agiscono come ostacolo alla propagazione delle onde luminose.

Ma le onde hertziane, come erano prodotte dal loro scopritore e da quegli scienziati che hanno ripetute le sue esperienze, avevano una portata di trasmissione di pochi metri, e, secondo gli studi e le induzioni dell'illustre scienziato tedesco, esse venivano prodotte in modo da rendere i loro caratteri eguali per quanto possibile a quelli delle onde luminose, ciò che diminuisce la loro efficacia a distanza. Fu invece mio intento di seguire una via completamente opposta nella produzione di oscillazioni elettriche, e cioè io mi dedicai ad ottenere onde elettriche di lunghezza centinaia di volte maggiore di quella delle onde usate da Hertz, per poterle utilmente applicare a quanto avevo di mira.

#### GLI APPARECCHI PRIMITIVI.

Lungo sarebbe il riprodurre qui tutta la storia, la teoria, le applicazioni tecniche e pratiche della radiotelegrafia; ma dalla descrizione dei miei primi apparecchi e da quella dei più moderni, dalla relazione dei primi risultati pratici ottenuti e da quella degli ultimi raggiunti potrà essere dedotto quanto è stato fino ad oggi conseguito.

I miei primi apparecchi erano così costituiti:

Il trasmettitore (fig. 1) era composto da un oscillatore hertziano alquanto modificato, del quale la caratteristica principale fu da me ottenuta ideando di collegare una sfera dello scintillatore *B* con la terra e l'altra sfera con una capacità elevata o con un filo metallico verticale *A*; le due sfere *B* erano poi connesse con gli estremi del circuito secondario di un rocchetto d'induzione o trasformatore *C*. Con tale dispositivo, quando la chiave di trasmissione *b* è abbassata, la corrente di una batteria di accumulatori *a*, debitamente trasformata dal rocchetto, carica le sfere ed il filo verticale fino a che con la scarica che ne sussegue viene causata una rapida successione di scintille fra le due sfere, producendo così quei rapidi spostamenti delle linee di forze elettriche avviluppanti il filo verticale, che sono atti a produrre onde elettriche nell'etere circostante; per tal modo il filo verticale diventa un radiatore di onde elettriche che si propagano attraverso lo spazio con la velocità della luce.

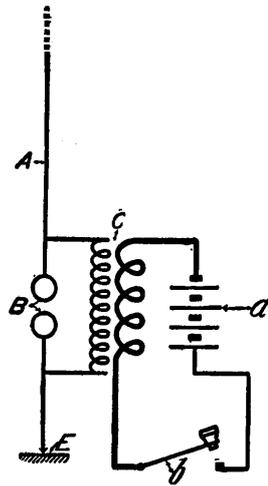


Fig. 1

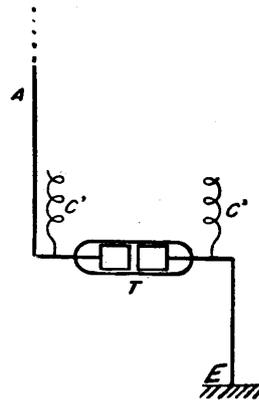


Fig. 2

È facile comprendere come, premendo un tasto telegrafico Morse *b*, posto nel primario del rocchetto d'induzione, per un tempo più o meno lungo, possano essere emesse serie più o meno lunghe d'impulsi o di onde elettriche, le quali, se trovano entro la rispettiva sfera d'azione un apparecchio ricevitore da esse influenzabile, fanno su di questo risentire, in modo più o meno lungo, il loro effetto, riproducendo così i segni corti e lunghi all'alfabeto Morse od altri segnali inviati da chi manipola il tasto dell'apparecchio trasmettitore.

Il sistema ricevitore (fig. 2) consisteva in una capacità elevata o in un filo metallico verticale *A* collegato nella sua parte inferiore con uno speciale tubetto *T* contenente, tra i due cilindretti, delle polverine metalliche sensibili alle oscillazioni elettriche ( e perciò chiamato da alcuni *occhio elettrico*), secondo proprietà scoperte ed osservazioni fatte dall'italiano Calzecchi-Onesti, dal Varley, dall'Hughes, dal Branly e dal prof. Lodge, il quale ultimo chiamò tale tubetto *coherer*.

Questo tubetto, alla sua volta, era collegato con un altro filo metallico messo a terra (*E*) e contemporaneamente faceva parte di un circuito *c2* contenente una pila *p* ed un *relais* o soccorritore telegrafico *R* (fig. 3) assai sensibile, atto a chiudere un secondo circuito comprendente una pila *P*, un interruttore a campanello *m* ed una macchina Morse *M*.

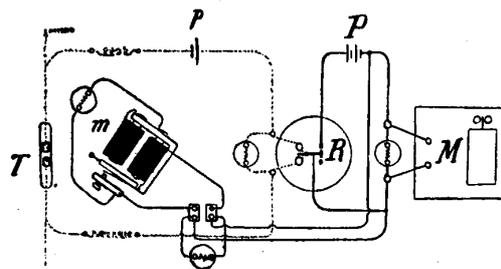


Fig. 3

In condizioni normali il tubetto sensibile ha una resistenza elettrica grandissima, e la corrente della pila non può attraversarlo per far agire il soccorritore e quindi far funzionare la macchina Morse e l'interruttore a martello; ma quando il tubetto è influenzato da oscillazioni elettriche esso diventa conduttore, abbassando la sua resistenza sino a 500 od anche a 100 *ohm*, e lascia quindi passare la corrente del soccorritore che fa funzionare la macchina Morse e l'interruttore a martello, il quale ha l'ufficio di scuotere il tubetto per fargli riacquistare la primitiva resistenza.

Da tale disposizione consegue il pratico risultato che il circuito della macchina Morse è chiuso per un tempo più o meno lungo, a seconda che arrivano serie più o meno lunghe di oscillazioni elettriche, e cioè a seconda che nella stazione trasmittente la

chiave è tenuta abbassata per tempo più o meno lungo in modo da riprodurre le lettere dell'alfabeto in base a un ordinario codice telegrafico a punti e linee.

Da questa descrizione sommaria dei miei primi apparecchi risulterà come non sarebbe forse stato sufficiente di applicare le oscillazioni elettriche allo scopo di telegrafare attraverso lo spazio; ma che una innovazione semplice, ma importante, era necessaria; e questa innovazione consisteva appunto nell'adozione di un oscillatore differente da quello precedentemente usato dall' Hertz, poichè l'aggiunta dell'antenna e della presa di terra rende l'oscillatore atto ad irradiare onde elettriche di grande potenza a distanze enormemente maggiori di quelle fino allora raggiunte.

Credo di non errare affermando che l'adozione delle capacità elevate od antenne al trasmettitore e ricevitore è stata la condizione necessaria ed essenziale per rendere possibile la comunicazione a grandi distanze mediante le oscillazioni elettriche d'alta frequenza.

Per l'applicazione pratica di questi miei primi apparecchi si imponeva la soluzione dei seguenti problemi:

1° Ottenere l'indipendenza di comunicazione fra varie stazioni vicine;

2° Ottenere la possibilità di trasmettere telegrammi a qualsiasi distanza;

3° Ottenere che terre e monti frapposti fra due stazioni non riuscissero di ostacolo alle comunicazioni radiotelegrafiche.

#### GLI APPARECCHI SINTONICI.

Fu nel 1898 che ottenni i primi risultati sul sistema di accordo elettrico fra stazioni radiotelegrafiche, che mi hanno reso possibile di risolvere in massima il primo problema; e dirò quindi qualche parola dei vari passi fatti nello sviluppo del sistema di sintonia applicato nelle mie stazioni.

Fu forse osservando il modo nel quale viene ottenuto il suono a distesa delle grandi campane delle nostre chiese mediante le corde tirate da uomini alla base dei rispettivi campanili, che trovai una meccanica analogia con quanto poteva avvenire nell'utilizzazione dell'energia elettrica irradiata dagli apparecchi trasmettitori.

Volendo ottenere il suono di una grossa campana, se non si vuol rompere la corda, è necessario, come sarà stato da tutti osservato, che i campanari diano una serie di strappi alla corda con un certo regolare intervallo di tempo finchè l'ampiezza dell'oscillazione ottenuta sia sufficiente a far battere i martelli. Sarà stato pure osservato che la frequenza necessaria delle tirate alle corde e cioè degli impulsi dati alle campane varia a seconda della grandezza di queste ed è di tanto minore frequenza quanto più è grande la campana da far suonare.

È pure noto che quella frequenza di strappi che fa suonare dopo un certo tempo una certa campana, non farà mai suonare un'altra campana di dimensioni molto differenti.

Un fatto del tutto analogo avviene in un tempo infinitamente più piccolo nel tentare di indurre, mediante onde attraverso allo spazio, oscillazioni elettriche in un buon risuonatore elettrico.

Se la forma e le costanti di questo risuonatore sono tali da costituire un persistente vibratore, cioè un vibratore le cui oscillazioni non siano facilmente smorzate da resistenza o da irradiazione di energia, sarà necessario, per ottenere che esso sia influenzato, fare irradiare da un persistente radiatore una serie di ritmici impulsi o di oscillazioni di tale periodo da essere in accordo elettrico col periodo del risuonatore o ricevitore.

Da ciò consegue che la risonanza elettrica, similmente alla risonanza meccanica, dipende in modo essenziale dall'accumularsi di effetti dovuti ad un gran numero di piccoli impulsi trasmessi con un certo ritmo.

Così l'accordo fra due stazioni radiotelegrafiche può ottenersi solo quando dalla stazione trasmettente viene irradiato un sufficiente numero di questi impulsi elettrici di misurato ritmo e questi impulsi raggiungano un ricevitore atto a vibrare elettricamente con un periodo d'oscillazione uguale a quello degli impulsi stessi.

A tale scopo non si è dimostrato adatto il mio trasmettitore primitivo, poichè un conduttore verticale, come quello della prima figura, non è un oscillatore persistente. La sua capacità elettrica è relativamente così piccola e la sua proprietà di irradiare così grande che ad ogni scintilla tutta l'energia irradiata è dispersa nello spazio in una o due potenti oscillazioni che, per quanto assai convenienti quando si vogliono ottenere effetti a distanza su dei ricevitori non sintonizzati, hanno il grande svantaggio di influenzare ricevitori anche di periodo assai differente dal proprio.

Nella ricerca quindi di un trasmettitore atto a distribuire una stessa somma di energia con un grande numero di piccoli impulsi e di un oscillatore accordato con esso, nel principio del 1900 ottenni buonissimi risultati costituendo sia il radiatore che il risuonatore con due cilindri concentrici A, A' (fig. 4) di cui l'interno è in comunicazione con la terra.

L'irradiazione di energia elettrica con tale dispositivo può essere paragonata alla radiazione di calore che può avvenire in un tempo comparativamente lungo da un vaso di metallo a parete sottile ripieno di acqua calda, mentre l'irradiazione di energia elettrica ottenuta con una semplice conduttura può essere paragonata alla breve irradiazione di calore e conseguente rapido raffreddamento dello stesso vaso metallico previamente riscaldato, ma vuoto.

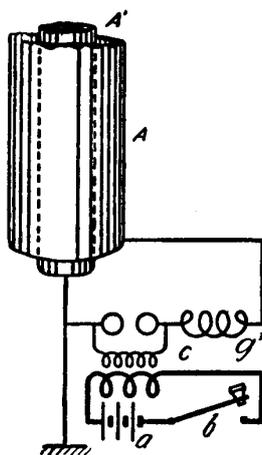


Fig. 4

In pari tempo la grande capacità data col medesimo sistema al ricevitore può essere paragonata alla grande massa data ad un pendolo lungo e pesante di periodo d'oscillazione ben deciso, atto solo a rispondere o ad essere influenzato da oscillazioni di periodo uguale o presso a poco uguale al proprio; mentre, col vecchio sistema, il *coherer* attaccato al filo verticale potrebbe paragonarsi ad una leggera corda sospesa dall'alto o ad una bandiera mobile ad ogni leggero soffio di vento.

Però la grande distanza di trasmissione e la semplicità del sistema a filo verticale mi indussero a nuove esperienze dirette ad ottenere persistenti oscillazioni in una semplice antenna; a ciò riuscii associando induttivamente un tale filo radiatore con un circuito comprendente un condensatore o bottiglia di Leida (e) d'appropriata capacità.

Nella figura 5 troviamo tale circuito; ma è stato correttamente dichiarato dal prof. Lodge che, benchè tale circuito sia un persistente oscillatore, è però, per la sua forma di circuito chiuso, di pochissima efficacia per trasmissioni a distanza.

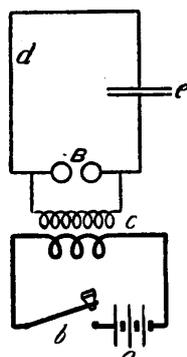


Fig. 5

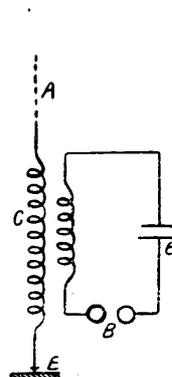


Fig. 6

In certe mie esperienze trovai che, mettendo un filo conduttore *A* (fig. 6) in vicinanza o, anche meglio, avvolto attorno a parte (*c*) di detto circuito, le oscillazioni si possono comunicare per induzione al filo aereo che a sua volta diventa per l'associazione del condensatore, che agisce come magazzino d'energia, un persistente oscillatore ed un efficace trasmettitore per grandissime distanze.

Vi è però una condizione essenziale che ritrovai dover essere soddisfatta per ottenere il desiderato risultato, ed è precisamente che il circuito del condensatore abbia un periodo di oscillazione uguale al periodo del filo aereo, poichè se tale condizione non è soddisfatta il differente periodo dei due conduttori crea oscillazioni di differente frequenza e fase in ciascun circuito, col risultato che l'effetto ottenuto è debole e non soddisfacente nel ricevitore corrispondente.

Il prof. Braun ha suggerito anche egli l'uso di un condensatore associato al filo aereo; ma non mi consta che prima della data dei miei brevetti egli abbia riconosciuto l'assoluta necessità dell'accordo dei due circuiti, condizione senza la quale non è possibile trasmettere a considerevoli distanze.

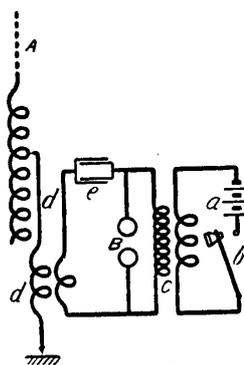


Fig. 7

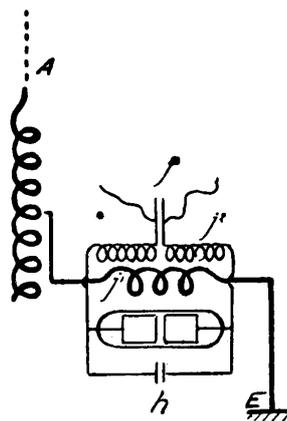


Fig. 8

Il periodo del filo aereo od antenna *A* dei miei apparecchi, può essere variato aumentando o diminuendo il numero delle sue spire, (fig. 7) oppure mettendo un condensatore in serie con esso.

Così pure può essere variato il periodo di oscillazione del circuito del condensatore e costituendo questo in modo da poterne cambiare la capacità elettrica, oppure variando la induttanza del circuito.

La stazione ricevente accordata con un tale trasmettitore è schematicamente mostrata dalla figura 8.

Il filo aereo *A* che funziona pure da risuonatore è collegato alla terra *E* attraverso al primario *j1* di un piccolo trasformatore il cui secondario *j2* è collegato col tubetto sensibile, con un condensatore *h* in derivazione.

Anche con tale dispositivo fu osservato che si ottiene un buon risultato solo quando il periodo di oscillazione del filo aereo, del primario del trasformatore e relativa connessione a terra è in accordo od in risonanza elettrica col secondario del trasformatore stesso e relativo condensatore.

La funzione di quest'ultimo condensatore è di aumentare la capacità del circuito secondario risuonante del trasformatore, per modo che, all'arrivo di una lunga serie di deboli, ma intonati impulsi, l'effetto di questi venga sommato sino a tanto che l'ampiezza di oscillazione in tale circuito sia sufficiente a stabilire tra gli estremi del tubetto o *coherer* una differenza di potenziale atta a provocare un decisivo e sicuro funzionamento dell'apparecchio ricevente.

Concludendo su questo argomento, l'accordo perfetto fra il trasmettitore ed il ricevitore sopra descritti avviene quando i prodotti dei valori della capacità ed induttanza dei quattro circuiti che li costituiscono sono uguali.

Con tale sistema, illustrato nelle figure 7 ed 8, sono riuscito nel 1900 a ricevere o trasmettere in una stazione due dispacci contemporaneamente, oppure a rendere due mie stazioni, come quella di Poole e quella di Santa Caterina nell'isola di Wight, indipendenti dalle stazioni vicine, ove per conto dell' Ammiragliato inglese funzionavano allo stesso tempo altri miei apparecchi. Anzi, alla stazione di Poole vennero fatte recezioni di radiotelegrammi simultanee in differenti lingue.

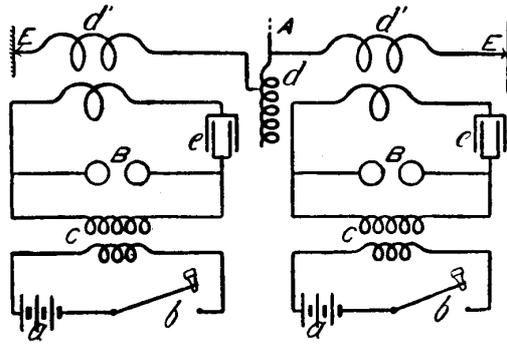


Fig. 9

Un rapporto di questi risultati venne pubblicato dal prof. Fleming il 4 ottobre 1900.

Il modo di ottenere questi risultati è facile a comprendersi quando si pensi alla possibilità dell'uso, nelle varie coppie di stazioni fra loro comunicanti, di oscillazioni elettriche di differente periodo. Nella figura 9 si vedono due trasmettitori, perfettamente analoghi a quello della figura 7, di differente periodo, connessi a diversi punti di una medesima antenna A. Così nella figura 10 due ricevitori, analoghi a quello della figura 8 ed accordati coi due trasmettitori della figura 9, sono connessi alla medesima antenna ricevente A.

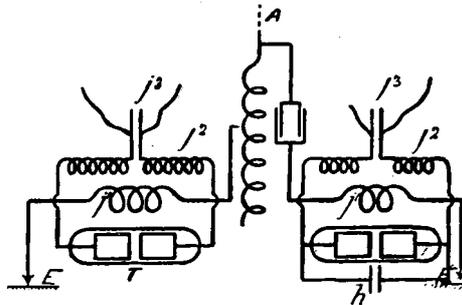


Fig. 10

Ma nell'affermare l'efficacia di questo sistema di sintonia, non voglio dire che non sia possibile sotto certe circostanze che una persona esperta riesca a ricevere, mediante intelligenti tentativi, in una data stazione, un dispaccio trasmesso fra altre due stazioni fra loro comunicanti; ma desidero dichiarare che, volendosi l'indipendenza in un servizio radiotelegrafico commerciale, è ora possibile far funzionare varie stazioni vicine fra loro, senza che si disturbino a vicenda, pur di adoperare apparecchi opportunamente accordati.

#### GLI APPARECCHI DI GRANDE POTENZA.

È per mezzo dei miei apparecchi sintonici che risolsi non solo il primo problema, cioè quello dell'indipendenza di funzionamento di varie stazioni, ma anche quello della grande portata di trasmissione, rispondendo così alle obiezioni generalmente fattemi che la curvatura della terra e ostacoli naturali, come colline e montagne, non avrebbero mai permesso al radiotelegrafo di sorpassare certi limiti di distanza.

Mediante un conveniente impiego di energia, mediante uno studio sui mezzi impiegati dalla natura, come dissi in principio, per trasmettere i suoi effetti a distanza, e cioè uno studio su la più conveniente lunghezza di onda delle oscillazioni elettriche che possono arrivare più lontane, come accade delle note basse musicali rispetto alle acute, siamo riusciti ad ottenere, con apparecchi sintonici di grandissimo periodo di oscillazione, effetti pratici ufficialmente controllati dalla nostra R. Marina, attraverso a centinaia ed, in seguito, a migliaia di chilometri.

Fu al principio del 1901 che ottenni la prima trasmissione completa di radiotelegrammi ad una distanza di circa 300 chilometri, di cui parte su mare e parte su terra, risolvendo così in gran parte il problema in parola.

Intendo con ciò parlare delle mie esperienze fatte nel 1901 fra Capo Lizard (Cornovaglia) e Santa Caterina (Isola di Wight) con apparecchi sintonici basati sui principi sopradetti.

In seguito a tale esperienza riposi sempre maggior fiducia nella costruzione di quegli apparecchi a grande potenza che nello stesso anno iniziai a Poldhu (Cornovaglia), assistito con un'assoluta fiducia e senza risparmio alcuno, come sin dalle mie prime esperienze, dalla Marconi's Wireless Telegraph Company Limited di Londra.

Darò quindi una descrizione sommaria degli apparecchi di trasmissione a grande potenza usati.

Il trasmettitore è simile in principio a quello sintonico sopra descritto, ma il padiglione di fili aerei è molto più grande ed il potenziale al quale detto padiglione viene caricato è assai maggiore di quello che sia stato mai usato in precedenza.

La somma di energia impiegata in tali trasmettitori viene approssimativamente calcolata prima della costruzione di ogni stazione extrapotente, ed il relativo progetto varia col variare della distanza da sorpassarsi. .

Così pure la forma del padiglione aereo subisce modificazioni in base alla maggiore o minore energia da irradiarsi.

Il padiglione aereo usato nella mia prima stazione a grande potenza, cioè in quella di Poldhu, era costituito da 50 fili di rame sostenuti in alto da una draga orizzontale distesa fra due alberi alti oltre 48 metri e distanti 60 metri l'uno dall'altro.

Questi fili nella parte superiore distavano fra loro di circa un metro e nella parte inferiore convergevano in un comune collegamento che veniva connesso agli apparecchi trasmettitori.

Il potenziale al quale questi conduttori erano caricati durante la trasmissione era sufficiente a produrre una scintilla di un metro di lunghezza attraverso l'aria fra la cima di detti fili ed un conduttore presso terra.

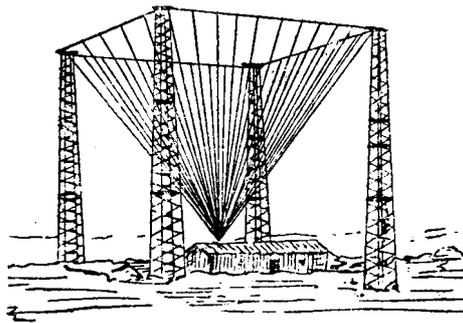


Fig. 11

Mediante speciali disposizioni di ingegneria elettrica per produrre e regolare oscillazioni elettriche così potenti, mediante un mio speciale sistema di sintonizzazione dei circuiti, è stato possibile di ottenere una stazione generatrice di onde elettriche di una potenza mai prima neppure lontanamente raggiunta.

I risultati avuti con tali potenti apparecchi nella prima prova da me fattane alla fine dell'anno 1901 fra l'Inghilterra e l'isola di Terranova nel Nord America, mi convinsero che con stazioni stabili costruite sulle coste opposte dell' Atlantico e con l'impiego di maggiori energie sarebbe stato possibile inviare i radiotelegrammi completi sia attraverso l'Oceano che a qualsiasi altra distanza.

In Terranova, come è noto, dovetti presto interrompere le mie esperienze causa i diritti dichiarati della Compagnia dei cavi, cioè l' Anglo-American-Telegraph-Company, che pare avesse ottenuta la esclusiva concessione di usare non solo i cavi, ma qualsiasi altro mezzo di comunicazione anche attraverso l'aria, il mare o la terra.

Un generoso invito del Governo canadese, che mi offrì una sovvenzione di 400.000 lire se consentivo a continuare le mie esperienze nel Canada, mi indusse a stabilire una grande stazione a Table Head nella Nuova Scozia, della cui inaugurazione ed esercizio parlerò in seguito.

Mediante l'impiego dei miei apparecchi ultrapotenti di trasmissione, ebbi modo di fare importanti osservazioni e studi sugli apparecchi di ricezione. Così nell'esperimento fatto verso la fine del febbraio 1902 a bordo della nave *Filadelfia* dell'American Line (esperimento descritto in una mia lettura alla Royal Institution in Londra il 13 giugno 1902) ebbi la prova che i miei

ricevitori a *coherer* coi mezzi disponibili su di una nave in pieno Oceano e con l'energia usata a Poldhu rendono possibile la registrazione di radio-telegrammi a distanze di circa 3000 chilometri; e fu durante tale esperimento che scopersi per primo l'influenza esercitata dalla luce solare sulla portata della trasmissione, fenomeno sul quale espressi qualche ipotesi nella sopracitata lettura.

### IL « DETECTOR » MAGNETICO.

In seguito a tale esperienza riconobbi pure come gli apparecchi ricevitori basati sull'impiego di tubi sensibili a limatura o *coherer*, non rispondono sempre con assoluta stabilità e costanza allo scopo, e mi proposi quindi di cercare un nuovo sistema di recezione più pratico e più sicuro.

Fui fortunato nelle mie ricerche, poichè il nuovo apparecchio ricevitore di cui sto per parlare ha dimostrato di soddisfare con pieno successo, mercè l'esperienza di più di un anno, a tutte le esigenze di un pratico servizio a grande distanza con assoluta stabilità di funzionamento, nessuna necessità di regolazione e sensibilità superiore a quella di qualsiasi *coherer*.

Tale ricevitore fu sperimentato da me in mare per la prima volta sulla *Carlo Alberto*, per gentile invito dell'ammiraglio Carlo Mirabello, ed è stato chiamato ricevitore o *detector magnetico* (fig. 12 e 13).

Tutti i migliori e maggiori ultimi risultati ottenuti, dei quali parlerò in seguito, furono appunto in gran parte dovuti all'applicazione di questo nuovo ricevitore, che, ne sono convinto, ha lasciato indietro i tubi a limatura, ed ha lasciato anche un po' disillusi tutti quelli che credevano che la telegrafia senza fili fosse esclusivamente dipendente dai *coherer*.

Il ricevitore magnetico del quale parlo è basato, a mio parere, sulla diminuzione dell'isteresi magnetica che ha luogo nel ferro, quando questo è in certe condizioni sottoposto all'azione di onde elettriche di alta frequenza.

Mentre dai professori Henry, Abria Rayleigh e Rutheford era stata osservata l'azione esercitata da oscillazioni elettriche sul ferro sottoposto ad una forza magnetica costante, io osservai degli interessantissimi effetti esercitati da oscillazioni elettriche su corpi magnetici quando questi sono sottoposti ad una forza magnetica variabile.

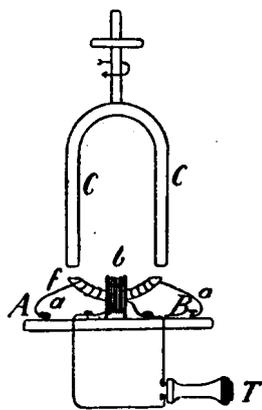


Fig. 12

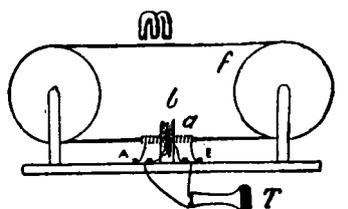


Fig. 13

In base a tali osservazioni ho potuto costruire un apparecchio assolutamente costante e sicuro per quanto riguarda il funzionamento ed atto ad una rapida recezione radiotelegrafica.

Il detector magnetico, come fu ideato da me, è costituito nella seguente maniera:

Sopra un nucleo di fili di acciaio o di ferro *f* (fig. 12), ma preferibilmente di ferro stirato, viene avvolto in uno o due strati del finissimo filo di rame isolato *a*. Sopra questo primo avvolgimento è posto dell'isolante e su tale isolante viene un secondo avvolgimento, pure di filo di rame, contenuto in una stretta bobina *b*. Gli estremi del primo avvolgimento sono collegati rispettivamente alla terra *E* ed al filo aereo *A*, oppure agli estremi di un conveniente trasformatore sintonico: gli estremi del secondo avvolgimento sono collegati ad un telefono *T*, galvanometro, od altro conveniente sensibile strumento.

Vicino al nucleo di ferro è posta una calamita a ferro di cavallo *C* la quale può essere mossa con lento movimento rotatorio. Nella figura 13 invece la calamita è fissa e si muove lentamente il nucleo di ferro *f* vicino ad essa, allo scopo di causare in esso una costante e continua variazione nella magnetizzazione.

Ho osservato che se oscillazioni elettriche di conveniente periodo vengono inviate da un trasmettitore radiotelegrafico, rapidi cambiamenti avvengono nella magnetizzazione dei fili di ferro, e questi cambiamenti necessariamente sviluppano correnti indotte nell'avvolgimento che è collegato col telefono, il quale perciò a sua volta riproduce con grande chiarezza e distinzione i segnali telegrafici che possono essere mandati da una stazione trasmittente. Questo ricevitore è stato impiegato con grande successo a Kronstadt, a Cagliari, a Table Head nel Canada ed a Poldhu (Inghilterra); per ricevere i messaggi trasmessi dalle stazioni di grande potenza attraverso l'Europa ed attraverso l'Oceano Atlantico.

#### I PRIMI E GLI ULTIMI RISULTATI.

Fatta così una descrizione sommaria dei miei primi e dei più recenti apparecchi, darò ora un cenno dei primi e dei più recenti risultati ottenuti da me stesso e dai miei collaboratori.

Nel 1895, quando feci le mie prime esperienze presso Bologna, con apparecchi costruiti da me personalmente, per definire le proprietà dell'oscillatore con capacità elevata e con presa di terra, la massima distanza raggiunta coi mezzi grossolani di cui disponevo fu di 2400 metri.

Ma con tale risultato prevedi che mediante un opportuno impiego di energia ed una opportuna applicazione dell'antenna, sia pel trasmettitore che pel ricevitore, distanze molto superiori avrebbero dovuto esser raggiunte, e le esperienze fatte poco dopo nel piano di Salisbury in Inghilterra e quelle fatte in seguito con la Regia nave *San Martino* alla Spezia, mi confermarono nella mia ipotesi, per quanto la portata di trasmissione massima allora raggiunta non fosse che di 15 chilometri.

Come ho accennato in principio, non darò qui un resoconto di tutti i risultati ottenuti in seguito anno per anno, dopo tali prime esperienze, ma verrò subito a parlare dei risultati conseguiti recentemente attraverso i mari e le terre d'Europa ed attraverso l'Oceano Atlantico.

Fu dietro il cortese invito del contrammiraglio Mirabello ed autorizzazione di S. E. il Ministro della marina ammiraglio Morin, che nello scorso luglio iniziai a bordo della R. nave *Carlo Alberto*, quella serie di esperienze che hanno dimostrato per la prima volta l'assoluta possibilità d'inviare un radiotelegramma dall' Inghilterra all' Italia attraverso la Francia, le Alpi ed i mari adiacenti.



Fig. 14

Partito il 7 luglio da Dover e facendo rotta per Capo Skaghen, si stabilì la comunicazione radiotelegrafica con Poldhu lo stesso giorno, e, come è attestato dagli ufficiali della nave stessa, si mantenne tale comunicazione durante l'intero viaggio sino

dentro il golfo di Finlandia, sebbene tutta l'Inghilterra, tutto il mare del Nord, i Paesi Bassi, parte della Germania, la Scandinavia, il mare Baltico, si siano successivamente interposti fra la stazione di Poldhu e la nostra nave (fig. 14).

A Pietroburgo ebbi l'onore di poter annunciare a S. M. il Re i buoni risultati che quotidianamente ottenevamo.

In virtù di tali risultati, l'ammiraglio Mirabello m'invitò a continuare le esperienze sino al Mediterraneo.

Fu con mia infinita soddisfazione che alla fine di questa campagna potei consegnare nelle mani del nostro augusto Sovrano la striscia del seguente radiotelegramma ricevuto da Poldhu sulla *Carlo Alberto* in vicinanza della costa sud-est della Sardegna alle ore 1 della notte 9-10 settembre 1902:

«AMMIRAGLIO MIRABELLO - *Carlo Alberto*.

«I direttori della Marconi's Wireless Telegraph Company pregano V. E. di presentare i loro più devoti e rispettosi omaggi a S. M. il Re in occasione della trasmissione del primo messaggio radiotelegrafico dall'Inghilterra all'Italia». .

In considerazione del rapporto che il contrammiraglio Mirabello fece dell'esito delle esperienze compiute in sua presenza nei mesi di luglio, agosto, settembre 1902, veniva accordato per desiderio di S. M. il Re e per ordine di S. E. il Ministro della marina che la *Carlo Alberto* continuasse a prendere parte al mio lavoro, portando la bandiera d'Italia all'inaugurazione dell'impianto radiotelegrafico transatlantico Canada-Inghilterra. Così la nostra bella nave (fig. 15), ultimati i lavori necessari per affrontare colla sua alta alberatura (m. 48 circa) le burrasche invernali dell' Atlantico, ripartiva il giorno 30 settembre 1902 da Spezia per la costa della Cornovaglia.

Il 20 ottobre lasciava Plymouth, e faceva rotta per Sydney (Nuova Scozia).

La recezione dei segnali da Poldhu fu ottenuta durante la traversata sino all'interno della rada di Sydney che trovasi a circa 4000 chilometri da Poldhu.

Forti e sicuri arrivavano i segnali in pieno Oceano durante l'infuriare di fortissime burrasche, facendo tutti vivere con la fantasia su quella costa a migliaia di miglia di distanza da cui erano trasmessi i telegrammi.

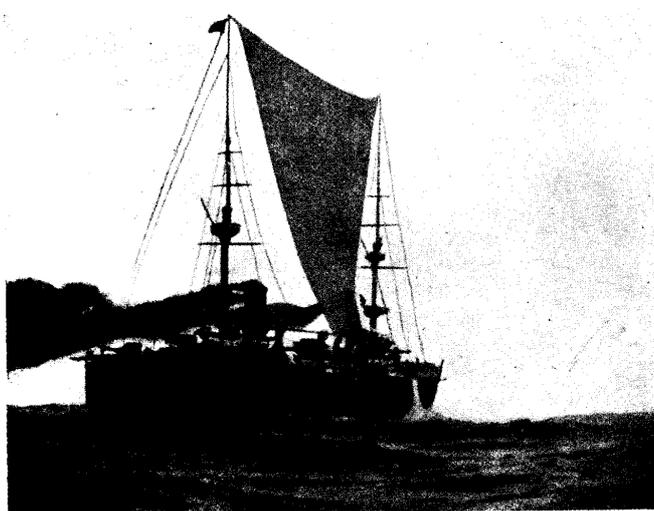


Fig. 15

Il 31 ottobre la *Carlo Alberto* dava fondo nella rada di Sydney (Nuova Scozia) ed il giorno seguente io ne sbarcavo per preparare la stazione di Table Head (fig. 16) alla trasmissione radio-telegrafica transatlantica. Dopo un mese e mezzo circa di lavori per preparare e per collaudare quegli apparecchi, il giorno 20 dicembre 1902 mi decisi a lanciare nello spazio i seguenti radio-telegrammi d'inaugurazione diretti a S. M. il nostro Re ed a S. M. il Re d'Inghilterra:

« Generale BRUSATI - Roma.

«Occasione prima trasmissione radiotelegrafica transatlantica invio con questo telegramma trasmesso attraverso lo spazio dal Nuovo al Vecchio Mondo devoti omaggi a S. M. il Re.

« Firmato: GUGLIELMO MARCONI ».

« Lord KNOLLSS - Buckingham Palace - London.

«Upon occasion of first wireless telegraphic communication across Atlantic Ocean may I be permitted to present by means of this wireless telegram transmitted from Canadà to England my respectful homage to his Majesty the King.

«MARCONI - Glace Bay».

Le cortesissime risposte ricevute dagli augusti Sovrani ci hanno autorizzato ad annunciare al mondo, alzando la nostra bandiera sulle torri della mia stazione (fig. 17), che la trasmissione radiotelegrafica transatlantica era un fatto compiuto. Ma quella data, certo per me memorabile, non fu priva di dolore, perchè quello stesso giorno la *Carlo Alberto*, avendo allora ultimata felicemente la sua missione scientifica, intraprendeva una nuova missione per le acque del Venezuela.

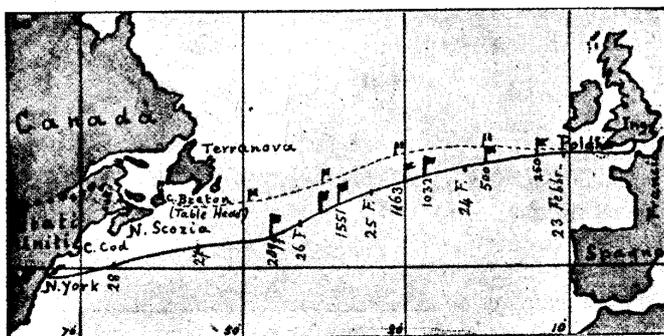


Fig. 16

lo salutai con vivo rimpianto quella nostra bella nave, il suo comandante, il suo stato maggiore e il suo equipaggio che, con tanto amore, mi avevano ospitato per circa sei mesi, e che avevano testimoniato tutte le mie fatiche, le mie ansie e, mi sia permesso il dirlo, anche le mie soddisfazioni.

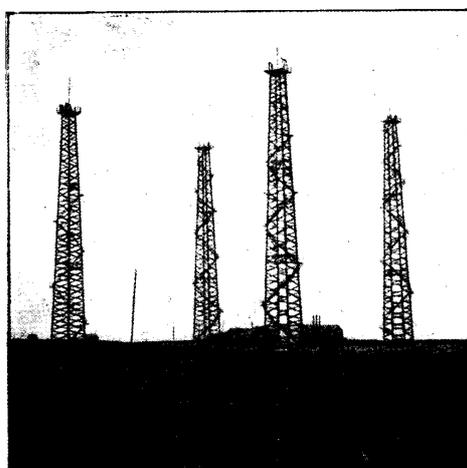


Fig. 17 – Stazione Table-Head

Prima di partire dalla stazione di Table Head, nel Canada, volli assicurarmi che il suo esercizio rispondesse alle esigenze di una regolare trasmissione continua di dispacci; più di 2000 parole furono inviate da Table Head a Poldhu in presenza mia e dell'inviato e rappresentante presso di me del Governo italiano, tenente di vascello Luigi Solari.

In seguito a tale risultato mi recai alla mia grande stazione degli Stati Uniti, a Cape Cod, e servendomi in parte dei dati che già avevo ottenuto a Table Head nel gennaio 1903, inaugurai pure felicemente quella stazione (che trovai, rispetto a Poldhu, circa chilometri 1000 più distante da Table Head) trasmettendo un completo radiotelegramma del presidente Roosevelt a S. M. il Re d'Inghilterra.

Ed ora, come avviene generalmente anche per i cavi sottomarini, per i quali sono necessari molti mesi prima dell'apertura al servizio pubblico commerciale, le mie stazioni extrapotenti di Poldhu, Table-Head e Cape Cod sono sottoposte ad uno studio tecnico rivolto a migliorare la regolarità di trasmissione e di ricezione, e ad aumentare la rapidità di funzionamento.

Ecco così riprodotta la situazione alla quale si trova oggi la radio-telegrafia, dopo risolti, almeno in parte, quei tre problemi enunciati in principio, e che sono stati successivamente proclamati insolubili, e cioè: l'indipendenza del funzionamento di varie stazioni vicine; il sormontamento dell'ostacolo opposto dalla curvatura della terra; la possibilità della trasmissione attraverso alte montagne e continenti.

E poichè sono sull'argomento delle polemiche suscitate volta per volta non appena è stato risolto praticamente uno dei detti problemi, mi cade acconcio per la verità della storia fare qui alcune dichiarazioni.

Le Compagnie dei cavi sottomarini ed i loro fautori, che hanno sempre considerato l'impresa della radiotelegrafia come un pericolo per i loro interessi, si sono opposti sin dal principio allo sviluppo del mio sistema.

Questa campagna ostile è stata condotta specialmente in alcuni periodici della stampa tecnica inglese e tedesca, i quali, come è risaputo, sono associati ed in certi casi ispirati dalle Compagnie dei cavi sottomarini.

Ritengo però sia poco consolante per essi di aver dovuto forse constatare come molte delle difficoltà che con compiacenza credevano fossero di ostacolo al progredire della nostra impresa, solo esistevano nella loro immaginazione.

Infatti nel 1899 riuscimmo per la prima volta a trasmettere radiotelegrammi fra l'Inghilterra e la Francia. Ciò produsse a quel tempo grande emozione fra gli interessati delle Compagnie dei cavi e si discusse allora da quasi tutti intorno alla questione della possibilità di telegrafare senza fili attraverso l'Atlantico.

La semplice eventualità di tale fatto fu proclamato un vero sogno, e gli amministratori delle Compagnie dei cavi dichiaravano nelle loro assemblee che per sorpassare la curvatura della terra sarebbe stato necessario erigere sulle sponde dell'Atlantico delle torri di parecchie decine di chilometri.

La terra non è certamente diventata piana in questi ultimi tre anni, ma, fortunatamente per la telegrafia senza fili, nessuna di tali torri, la costruzione delle quali d'altronde sarebbe stata impossibile è stata trovata necessaria. Anzi non si richiede ora una maggiore altezza per comunicare oltre l'Atlantico di quella occorsa per telegrafare attraverso lo stretto di Dover nel 1899.

È stata anche recentemente sollevata l'obiezione che il funzionamento delle stazioni ultrapotenti paralizzerebbe le comunicazioni delle navi con altre stazioni costiere.

Considerando che attualmente esistono più di quaranta stazioni di tale classe (nave con terra e viceversa) funzionanti per conto della mia Compagnia, non si può supporre che questa Compagnia permetterebbe di pregiudicare il funzionamento di tali stazioni remunerative solo in considerazione delle possibilità di comunicare attraverso all'Atlantico.

Nella conferenza che ebbi l'onore di tenere innanzi alla Royal Institution a Londra il 13 giugno 1902 dichiarai che la stazione extrapotente di Poldhu non aveva influenza perturbatrice su di quella per navi esercitata mediante il mio sistema dalla Compagnia del Lloyd al Capo Lizard, posta a solo 10 chilometri da Poldhu, quando questa stazione adoperava, come sempre avviene, una frequenza di onda differente da quella usata a Poldhu.

Eppure mi dispiace di dover rilevare che in una recente pubblicazione italiana sulla telegrafia senza fili (dove con dispiacere ho osservato che dichiarazioni anche incoerenti di qualsiasi persona completamente ignota nel mondo scientifico vengono accettate, mentre molte delle mie, come l'ultima citata, vengono omesse) è data credenza a qualsiasi conclusione di impiegati

della Compagnia di cavi Eastern Telegraph Company, come, ad esempio, che l'esercizio delle mie stazioni ultrapotenti paralizzò quello importantissimo delle navi comunicanti colla costa.

Per meglio smentire queste affermazioni, invitai il professore Fleming di Londra ed altri tecnici a fare delle esperienze alla stazione di Capo Lizard, al fine di constatare la possibilità di ricevere dalla vicina stazione extrapotente telegrammi perfetti col tono delle navi cui sono destinati nel tempo stesso che si trasmettono telegrammi coll'energia e col tono impiegati per varcare l'Atlantico. Il modo scrupoloso col quale è stata eseguita tale esperienza ed il relativo risultato sono stati pubblicati dallo stesso prof. Fleming, il quale conclude il suo rapporto colle seguenti parole: « A mio parere è stato stabilito senza alcun dubbio che a distanza di sei miglia le onde mandate da Poldhu non interferiscono con l'esercizio dei trasmettitori sulle navi della Marconi's Wireless Telegraph Company e che le dichiarazioni fatte che l'esercizio delle stazioni extrapotenti soffochi quello di tale comunicazione marittima sono assolutamente prive di fondamento ».

Con quanto ho sopra esposto, credo di aver in qualche modo provato che il progresso e lo sviluppo della telegrafia senza fili è stato e continua ad essere assai rapido: io sarei certamente l'ultimo ad affermare che non rimangano molti perfezionamenti da apportarsi e molteplici difficoltà ancora da appianare: sono però confidente, come lo sono anche i miei assistenti e collaboratori, che molte delle difficoltà che rimangono verranno sormontate e che la radiotelegrafia è destinata a conquistare una posizione di importanza e di utilità tale come solo ben pochi di noi potrebbero ora prevedere.

Non posso passar sotto silenzio la grande parte di merito, che, per i risultati ottenuti, va attribuita ai miei assistenti italiani ed inglesi. Senza la loro valida e coscienziosa cooperazione, il progresso che ho descritto non sarebbe stato possibile. Mi piace anzi dichiarare che quella impressione che oggi forse produrrà quanto io riferisco, deve essere posta in gran parte a credito di questi fedelissimi mie cooperatori.

In modo speciale debbo esprimere i miei sinceri ringraziamenti e la mia alta stima al signor tenente di vascello marchese Luigi Solari, che da circa due anni mi ha aiutato ed assistito nel mio lavoro. Egli mi ha accompagnato nei miei lunghi viaggi, nelle mie esperienze con un zelo e una costanza unica.

#### LE APPLICAZIONI COMMERCIALI.

Le applicazioni pratiche commerciali oggi fatte dei miei apparecchi radiotelegrafici sono già abbastanza estese.

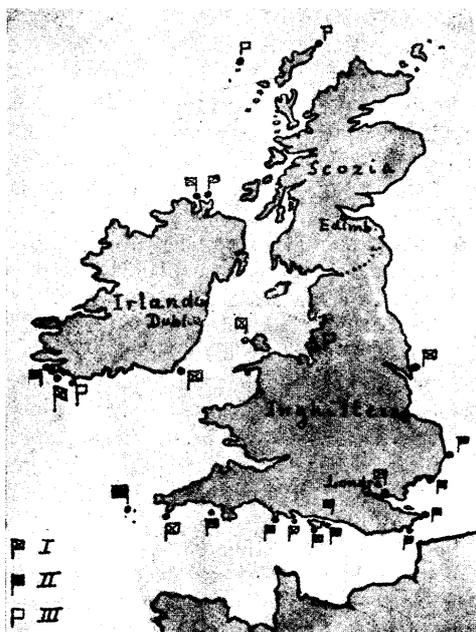


Fig. 18

- I. Stazioni della compagnia Marconi e del Lloyd (in attività)
- II. Stazioni dell'Ammiragliato (in attività)
- III. Stazioni della Compagnia Marconi e del Lloyd (in attività)

Dodici stazioni di un raggio di azione di 200 chilometri funzionano sulle coste inglesi (fig. 18) alla dipendenza della Compagnia del Lloyd; circa altrettante funzionano alla dipendenza della Regia marina inglese, che con recente convenzione le ammette al servizio commerciale.

Quattro stazioni negli Stati Uniti, due per comunicare attraverso allo stretto di Belle Isle fra il Canada e l'isola di Terranova, due in Germania per comunicazioni fra l'isola di Borkum ed il battello faro di Borkum, una nel Belgio, una a Gibilterra e una a Malta sono in attiva comunicazione con le navi da guerra e con le navi mercantili portanti installazioni nei miei apparecchi.

La marina da guerra inglese ha più di 40 navi (fig. 19) munite dei miei apparecchi radiotelegrafici, e così pure un servizio telegrafico regolare per i passeggeri è fatto sulle navi della Cunurd Navigation Company, la Atlantic Transport Company, l'American Line, la Compagnie Générale Transatlantique, la Compagnia di Navigazione Belga, l'Allan Company e il Lloyd Germanico ed ultimamente anche la Com- pagnia Hamburg-American ed altre.

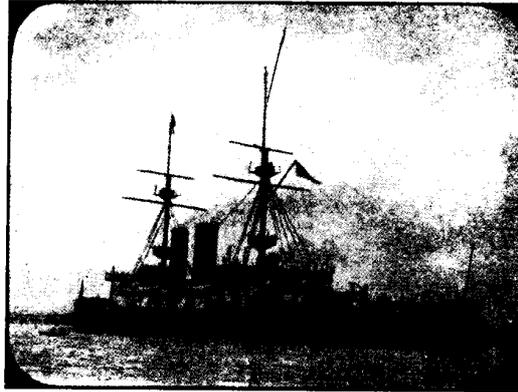


Fig. 19 – R. nave inglese *Irresistible*

Su alcune di queste navi viene pubblicato un piccolo giornale durante la traversata, contenente le ultime notizie trasmesse dalla Europa o dall'America.

La nostra Regia marina, la quale fu la prima fra tutte ad adottare la telegrafia senza fili, ha oggi apparecchi radiotelegrafici su tutte le principali sue navi (fig. 20 e 21) e sono certo che è e sarà anche la prima a trarne vantaggi pratici e reali, non solo in guerra ma anche in pace durante i frequenti rischi della navigazione. A tal proposito è utile ed interessante ricordare come già in varie occasioni navi portanti tali apparecchi siano riuscite ad avere aiuti e soccorsi ed a portarsi in salvo mediante tale invisibile collegamento colla lontana costa. Così le dodici stazioni che voi vedete segnate su quella carta d'Italia (fig. 22), in seguito alla recente convenzione proposta dai Ministri della marina e delle poste, saranno fra poco aperte al servizio commerciale, per mantenere in contatto continuo coll'Italia e cogli altri paesi del mondo le tante navi che alimentano il traffico dei nostri porti.

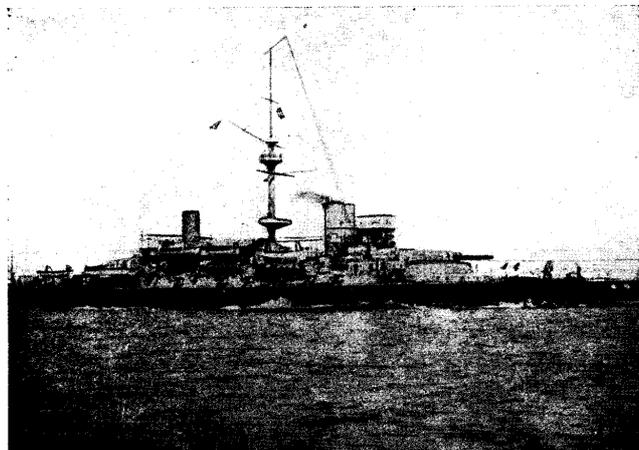


Fig. 20 – R. nave *Morosini*

Nuove applicazioni spero possibili nella nostra flotta per facilitare la navigazione di squadra e la pericolosa navigazione nella nebbia, mediante l'impiego di quei riflettori usati nelle mie prime esperienze, oppure mediante altro sistema di dirigibilità delle onde elettriche per trasmissioni a piccole distanze.

Presto verranno iniziati in Italia i lavori di quella stazione a grande potenza, per cui con lusinghiera fiducia a mio riguardo è stata approvata una legge speciale dal nostro Parlamento.

Se la scienza in avvenire riconoscerà, come spero, il servizio pratico reso da tale impresa, certo al Parlamento italiano verrà reso tributo d'onore per la sua grande iniziativa e pel moderno suo slancio; per cui un nuovo servizio telegrafico sarà messo a disposizione di chi non ha la fortuna di essere ricco e renderà possibile ai nostri fratelli lontani di tenersi in contatto colla vecchia casa loro, vivificherà gli affetti e l'amicizia fra il nostro popolo ed i popoli ospitali come quelli dell'Argentina che condividono con noi interessi e lavoro.

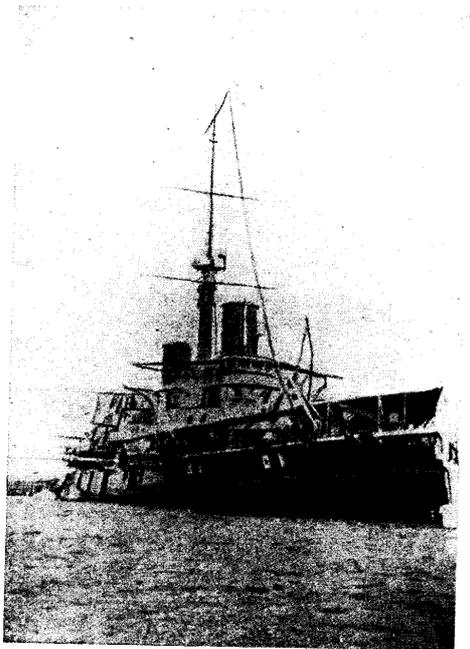


Fig. 21 – R. nave *Saint Bon*

Mi si permetta di rivolgere ancora rispettosamente la mia parola di sincero ringraziamento a Sua Maestà il Re, che con tanto amore considera ogni cosa che rappresenti speranza di maggior benessere del popolo nostro, e che con tanta indulgenza si è degnata oggi insieme alla Graziosa Regina ed ai Principi Reali della gloriosa Sua Casa di ascoltare questo devotissimo suddito suo.



Fig. 22

*Sire, Graziosa Regina, Altezze Reali, Signore e Signori,*

lo vi ringrazio con cuore profondamente grato e riconoscente.