



## IL TELEGRAFO SENZA FILI SISTEMA MARCONI

Alcuni mesi fa, quando giunsero in Italia le notizie degli esperimenti eseguiti dal Marconi a Londra sulla trasmissione dei segnali a distanza senza l'aiuto di fili di unione, i cultori delle scienze fisiche cercarono di spiegare il fenomeno attribuendolo agli effetti delle onde di Hertz, ed alcuni di essi tentarono di riprodurre il fenomeno stesso per mezzo di semplici oscillatori. Qualche notizia parve però poco trovarsi d'accordo con alcune proprietà delle onde hertziane, e fu dubitato che col semplice impiego di queste onde si potessero raggiungere distanze considerevoli.

Dopo che a Roma abbiamo potuto esaminare gli apparecchi Marconi, assistere ai diversi esperimenti, indagare le cause determinanti gli effetti, dobbiamo riconoscere che i giudizi erano precipitati e che il nuovo sistema sarà foriero di conquiste per la scienza e per la pratica.

-4-

È interessante conoscere il periodo preparatorio che traversò il Marconi prima di giungere alla sua invenzione.

Anima appassionata per lo studio delle applica-

zioni elettriche, il Marconi ebbe a Livorno un lungo insegnamento della fisica dal prof. Vincenzo Rosa.

L'affettuosa insistenza con la quale il Marconi dichiara di avere avuto a maestro il prof. Rosa, induce a credere che il periodo di quelle lezioni si colleghi con i primi tentativi della sua scoperta. Invero, da Livorno passato ad una sua villa presso Bologna, si mise subito a ripetere gli esperimenti dell'Hertz sulla produzione delle onde elettriche e sulla loro azione a distanza. A Bologna frequentò il laboratorio del prof. Augusto Righi, il quale lo onorava della sua amicizia e gli era largo di consigli.

Il Righi, fisico sperimentatore per eccellenza, fino dal 1893 istituì delle ricerche per dimostrare un comportamento identico fra i raggi hertziani e quelli luminosi, e recentemente raccolse i suoi lavori in un libro che fa onore all'Italia.

Durante questi esperimenti sulle onde di Hertz il Marconi intravide la possibilità di trasmettere praticamente segnali a distanza, iniziò dei veri e propri esperimenti di telegrafia senza fili ed ottenne risultati soddisfacenti.

Le ricerche scientifiche per stabilire le comunicazioni fra luoghi lontani senza l'intermediario di conduttori di unione, erano state iniziate già da molti e da molto tempo.

-5-

Tralasciando di parlare dei molti esperimenti eseguiti nel passato, voglio citare una memoria di Y. M. Berthold avente per titolo « Per la storia della telegrafia senza fili » pubblicata nel *Electrical Review* di New-York nel 1894. In questa memoria si parla dalle prove fatte del Morse, l'inventore dell'apparato telegrafico che porta il suo nome, nel 1842 e dal Yail nel 1845, fino a quelle più recenti di Desbordes, Treves, Pai ari e Mac E ver eseguiti allo scopo di scambiare dei segnali fra le navi e fra queste e la terra.

Un'altra memoria sulla telegrafia senza filo fu presentata dallo Stevenson alla Società reale di Edimburgo nel 1894. In essa erano esposti i dati relativi per comunicazioni fra navi e navi, ed era redatto un progetto per mettere in comunicazione il faro di Mucide Flugga (il punto più settentrionale delle isole britanniche) con la terra ferma, varcando senza filo il canale interposto di 800 metri, nel quale è inesequibile la posa di un cavo, qualunque. Questo progetto si basava su esperimenti eseguiti nei campi di Marrayfeld ad 800 metri di distanza con rocchetti di filo di ferro aventi il diametro straordinario di 180 metri! Questo sistema,

credo che già funzioni a Mucide Flugga.

Ricorderò che nel 1884 i telegrammi attraverso fili isolati ed interrati nelle vie di Londra furono letti su circuiti telefonici a 25 metri di distanza passanti sui tetti delle case. Nel 1885 si constatarono le perturbazioni dei circuiti ordinari telegrafici prodotte a 600 metri di distanza, si trasmisero conversazioni telefoniche attraverso un quartiere di Londra alla distanza di 1600 a 2000 metri, e

-6-

nel 1887 fu provato che gli effetti sopra accennati derivavano unicamente dalla induzione magnetica, senza che la terra funzionasse in alcun modo da conduttore.

Nel 1892, tornata in voga la quistione della telegrafia senza fili, furono scambiati dei telegrammi attraverso una parte del canale di Bristoi fra Penarth e Flat-Holm, e nel 1895, essendosi rotto il cavo fra Oban e l'isola di Muli, il Preece stabilì la comunicazione tra l'isola ed il continente, disponendo due circuiti paralleli su ciascuna riva e trasmettendo dei segnali attraverso lo spazio mediante correnti indotte.

Nei primi tentativi di telegrafia senza fili si cercò di utilizzare la conduttività dei corsi di acqua o del suolo: si aveva in allora un vero passaggio di corrente elettrica tra la stazione, trasmittente e quella ricevente; negli esperimenti dello Stevenson, del Preece e di altri non si avevano fra le due stazioni ne comunicazione metalliche ne comunicazioni fittizie di fiumi, o di laghi, o del suolo, ma la trasmissione avveniva pel fenomeni d'induzione.

Il giovane Marconi, che certamente conosceva gli studi e gli esperimenti del Preece, ebbe ancora un'altra felice idea quando decise di partire, per Londra e recarsi dal Preece, elettricista capo dei servizi telegrafici inglesi, ad esporgli il nuovo trovato, poiché colà ebbe quell'accoglienza, quell'aiuto, quei suggerimenti che altrimenti, forse, giammai avrebbe potuto sperare.

Ed attraverso il canale di Bristol, ove, come abbiamo detto, il Preece nel 1895 aveva istituita una provvisoria comunicazione a distanza mercé l'azione

-7-

di circuiti elettrici paralleli, attraverso il canale di Bristoi fra Penarth e Weston, a circa 15 chilometri di distanza, furono lanciati, nel maggio scorso, dei messaggi col nuovo sistema del giovane inventore italiano.

Prima di entrare a descrivere il nuovo sistema bisogna premettere alcune considerazioni di ordine generale, le quali, sebbene relative ad altri fenomeni, mettono in grado di studiare efficacemente il problema che ci interessa.

Quando si produce una scarica elettrica, possono avvenire due fatti singolarmente distinti, che caratterizzano la scarica stessa. Può avvenire che la scarica avvenga con periodicità, cioè con moti vibratorii o per onde, e può avvenire che si effettui con moto brusco ed irregolare.

Orbene, intervenendo le scariche elettriche nel sistema Marconi, occorre ricordare ciò che s'intende per moto vibratorio in generale, e quali sono le proprietà fondamentali di questi moti.

Ricorriamo perciò a degli esempi.

In natura si hanno i fenomeni del suono che si propagano per onde, e l'esempio del sasso gettato nell'acqua che determina attorno a sé una successione di onde è troppo noto per doverci insistere sopra.

Più istruttivo è l'esempio della corda istrumentale che, pizzicata in un punto, si mette a vibrare: la vibrazione varia colla potenza di eccitazione e colla posizione del punto eccitato. Se la corda, tesa fra A e B, si eccita alla metà, la vibrazione avviene

— 8 —

come indica la figura tratteggiata, avente la forma di un fuso (fig. 1<sup>a</sup>). In allora sarà emesso un suono come indica la figura tratteggiata, avente la forma

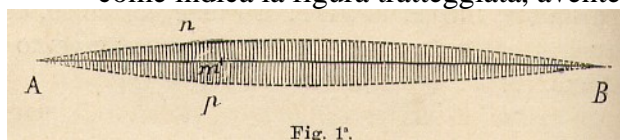


Fig. 1.

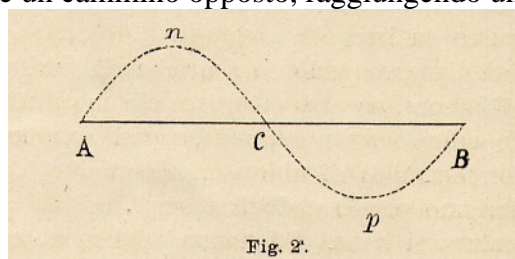
che si chiama la nota fondamentale di quella corda; i punti fissi come A e B si chiamano nodi; i punti medi aventi la massima ampiezza di oscillazione si chiamano ventri; il tempo durante il quale si compie un'oscillazione si chiama periodo.

Se si volesse rappresentare con una linea la posizione che un punto della corda — i nodi esclusi — assume col variare del tempo, si troverebbe la curva An Cp B (fig. 2<sup>a</sup>) che ci esprime una vibrazione. Essa

Fig. 2<sup>a</sup>,

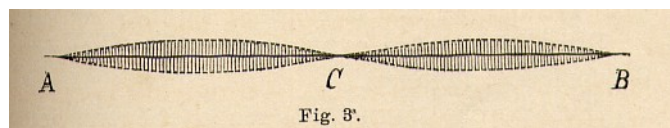
miniamo un po' bene come parli allo spirito questa figura 2<sup>a</sup>. Consideriamo quindi un punto m della corda, quando essa sta tesa (fig. 1<sup>a</sup>); incominciando la corda a vibrare, il punto si alza, per es., dalla

parte superiore, e, dopo un certo tempo, arriva in *n*, alla posizione più elevata del suo percorso; dopo si abbassa, e passando per la posizione iniziale *m*, segue un cammino opposto, raggiungendo un mas-



-9-

simo in *p*, per ritornare in fine alla posizione primitiva. Se supponiamo che la retta *AH* rappresenti il tempo che ha impiegato questo punto ad andare da *m* in *n*, poi da *n* a *p* e da *p* ad *m* e se, corrispondentemente alle frazioni di questo tempo (che sono porzioni della retta *AB*) si tirano delle perpendicolari eguali alle altezze raggiunte dal punto vibrante, al disopra e al disotto di *AB*, secondo che queste altezze si riferiscono alla parte superiore *m n* od inferiore *m p* della corda; riunendo tutte le estremità di queste altezze riportate, si ottiene la curva *An C B*, che fa appunto vedere come



vari la posizione del punto vibrante a decorrere del tempo, come graficamente si segni quello che s'intende per vibrazione. La retta *AB* di questa figura indica dunque il tempo di una vibrazione completa; essa è ciò che abbiamo chiamato « periodo ».

Vediamo ora quello che accade eccitando la corda ad un quarto della sua lunghezza mentre al punto di mezzo è tenuta fissa con un dito. Quello che accade ce lo insegna la fig. 3", che rappresenta la corda in vibrazione. Invece di un'onda ne abbiamo due; invece di due nodi ed un ventre abbiamo due ventri e tre nodi; invece di un periodo di oscillazione eguale, per esempio, ad un secondo, si ha un periodo di un mezzo secondo.

Si comprende di leggeri come queste vibrazioni possano essere moltiplicate, come la loro ampiezza

— 10 —

possa divenire più o meno grande, come il periodo di oscillazione possa ridarsi ad un tempo più o meno breve; però — qualunque sia il modo col quale

la corda istrumentale viene eccitata — si ripete, e l'esperienza lo conferma, un fatto di eccezionale importanza, che cioè le note emesse dalla nostra corda daranno sempre luogo ad onde della stessa natura, ad onde aventi e nodi, e ventri, e relativo periodo di oscillazione.

Generalizzando dunque questo concetto dedurremo che i molteplici suoni degli strumenti e della voce umana sono il risultato di vibrazioni che si differenziano pel loro numero al minuto secondo.

Ricordiamo infine come avviene la propagazione dei fenomeni luminosi.

Il mezzo che trasmette il suono abbiamo detto che è l'aria, perché togliendo l'aria i suoni restano spenti; il mezzo di propagazione della luce non può essere l'aria, perché togliendo l'aria da uno spazio la luce seguita a traversarlo, perché tra gli spazi intraplanetari l'aria non esiste e la luce passa. Le conquiste della matematica superiore confermate dalle investigazioni della fisica sperimentale moderna hanno accertato che il veicolo trasmettente i raggi luminosi è un corpo elastico imponderabile che si trova sparso dovunque, che è chiamato etere.

Tolta la serie magnifica ed infinita dei colori si ottiene dalle vibrazioni eteree.

A giudicare dagli effetti, la mente si presterebbe ad immaginare che per i diversi gruppi di colori esistessero particolari moti dell'etere governati da leggi diverse. Invece non è così. I moti avvengono sempre per oscillazioni, aventi identica natura e solo

- 11 -

| diverse fra loro per la frequenza, vale a dire per il F: numero di oscillazioni prodottesi nell'unità di tempo.

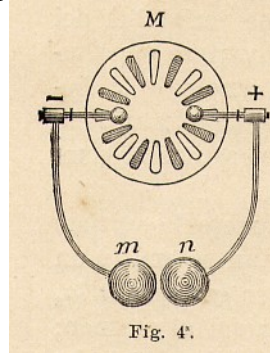
Possiamo dunque dedurre che tanto la immensa diversità dei suoni, come la enorme variabilità dei colori non consiste in altro che nel variare opportunamente la frequenza delle onde sonore e la frequenza delle onde luminose. Ma quante mai sono queste vibrazioni dell'aria e dell'etere che si compiono in un secondo?

Nella trasmissione dei suoni il numero che esprime le oscillazioni che si compiono in un secondo è un numero di moderata grandezza; per esempio, il la — la normale — compie 435 vibrazioni al secondo; nelle trasmissioni dei raggi luminosi i numeri che esprimono le oscillazioni compiute nell'unità di tempo sono di grandezza veramente straordinaria; per un raggio di luce rossa le onde si seguono colla rapi-

dità di circa 440 bilioni al secondo, per un raggio di luce violetto si arriva all'enorme numero di 1000 bilioni di oscillazioni.

Per le precedenti cognizioni noi abbiamo acquistato un' idea sufficientemente chiara del meccanismo — diciamo così — della trasmissione del suono e della luce, o, per lo meno, abbiamo potuto fermare la nostra attenzione su fatti fondamentali che bisogna tener presenti per investigare il fenomeno delle scariche elettriche, il quale — come abbiamo indicato sin da principio — si manifesta in due modi diversi.

Conviene ripeterlo ancora una volta: Fonda che ci porta l'espressione di una voce lontana, il raggio che ci manda un astro dal cielo, sono onde regolari, oscillatorie periodiche dell'aria e dell'etere, la scarica elettrica che produciamo in un conduttore può ma-



infestarsi con una successione di rapidissime oscillazioni, paragonabili a quelle della luce, ma può manifestarsi anche con uno spostamento elettrico il più irregolare.

Esaminiamo per prime quelle scariche che si effettuano per una successione di moti vibratori. Si abbia perciò un circuito elettrico composto da una macchina elettrostatica Me da due conduttori metallici terminati con sfere metalliche mn, messe quasi a contatto, cosicché avvenga fra loro uno schioppettio di scintille

tutte le volte che la macchina agisce (fig. 4"). Queste scintille avranno forma oscillatoria, od avranno forma irregolare?

Fu sir W. Thomson che stabilì nel 1857 teoricamente le condizioni le quali dovevano soddisfare i conduttori di un circuito, perché le scariche in questi manifestate avessero moti oscillatori.

Ed il Thomson — il fisico più geniale del nostro secolo — arrivò perfino a fissare, per determinate dimensioni dei conduttori, il numero straordinariamente grande di oscillazioni che per ogni scarica si ottenevano al secondo. Questi, meravigliosi risultati

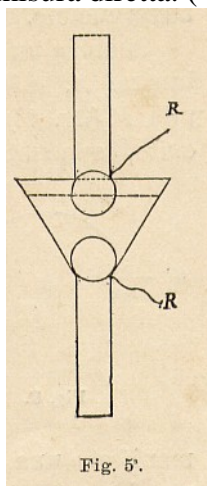
del calcolo matematico non potevano avere la sanzione sperimentale, inquantochè non si conoscevano i mezzi per misurare un'oscillazione la cui durata si computa per es. un centomillesimo di secondo

Enrico Hertz — il giovane scienziato rapito nel fiore dalla vita agli studi ed all'umanità — nel 1894, nel dare la dimostrazione sperimentale della teoria

— 13 —

del Maxwell, secondo la quale l'elettricità si propaga per moti vibratorii dell'etere come la luce, materializzò per così dire l'onda elettrica, arrivò cioè a disporre nel suo laboratorio dei fili conduttori nei quali si potevano rilevare i nodi, i ventri, il periodo delle onde elettriche, come è stato agevole a noi di rile-

varli nella corda istrumentale eccitata. Enrico Hertz adoprò oscillatori analoghi a quelli che erano stati indicati dal Thomson, e siccome dalla grandezza del periodo di oscillazione, ammesso come nota la velocità di propagazione dell' elettricità, si può dedurre la frequenza dell'onda elettrica, così rimaneva agevole verificare i teoremi del Thomson, vedere cioè se il numero delle oscillazioni calcolate per dati oscillatori corrispondevano a quelle dedotte dalla misura diretta. (\*)



Oramai tutto questo nuovo ordine d'idee della fisica moderna è stato mutuamente sanzionato dalle speculazioni teoretiche e sperimentali; per cui quando noi costruiamo un oscillatore, un apparecchio cioè come quello della fig. 5", costituito da due tubi di ottone uniti a due sfere K, R, pure di ottone, e dalle dimensioni deduciamo che fra le sfere scoccando una scintilla, questa è la



Fig. 5',

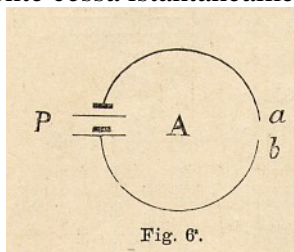
(\*) *La velocità della luce è di 300,000 chilometri al minuto secondo. La distanza colla quale si seguono le vibrazioni dei raggi luminosi visibili è in media di 1/2 millesimo di millimetro. Vedendo quante volte Vg millimetro entra in 300,000 chilometri, si ottiene quante vibrazioni al secondo si compiono; cioè 300,000 chilometri / 1/2 millesimo di millimetro = 600 bilioni di vibrazioni.*

— 14 —

risultante di vibrazioni che si compiono in ragione di centinaia di milioni al secondo, affermiamo un fatto previsto dalla teoria e confermato ormai dall'esperienza.

Abbiamo parlato delle scariche elettriche oscillatorie, parliamo brevemente di quelle senza regolarità alcuna.

Si abbia un filo di rame od un altro metallo qualunque A, e in questo conduttore s'inserisca una pila P (fig. 6''); ogni volta che chiudiamo quel circuito, ossia stabiliamo la continuità metallica fra un polo a e l'altro b della pila, una corrente circola nel conduttore. Se interrompiamo in un modo qualunque la continuità metallica fra a e b, la corrente cessa istantaneamente.



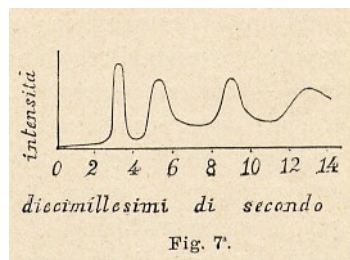
Però, tanto nel chiudere quel circuito quanto nell'aprirlo, si manifesta una corrente istantanea particolare, che non ha nulla a che fare con la corrente costante promossa dalla pila. Queste correnti si chiamano extra correnti di apertura e di chiusura, offrono proprietà caratteristiche, possono essere separate dalla corrente principale ed essere utilizzate, e si manifestano specialmente alla rottura di un circuito, con una scintilla notevole.

Siccome a noi preme solo di verificare l'irregolarità della forma di questo genere di scariche, per non entrare in tanti dettagli, abbiamo pensato di riprodurre qui la configurazione di una di queste extracorrenti (fig. 7''). Basta porre a raffronto la figura ora citata con la figura 2'', che esprime un'oscilla-

zione regolare, per persuaderci che qui ci troviamo dinanzi ad un genere diverso di fenomeni.

Ci si potrebbe obbiettare che in pratica questa distinzione non è così netta come l'abbiamo posta, inquantochè le onde oscillatorie smorzate non seguono un andamento vibratorio netto come mostra la figura 2". Ciò è giusto, ma non infirma che questa distinzione si possa fare.

Invero noi abbiamo rilevato che le vibrazioni elettriche si effettuano come quelle della luce,, e le esperienze di Hertz prima e del Righi poi, hanno dimostrato in modo esau-



riente che i raggi di forza elettrica si riflettono e si frangono, si convergono e divergono e così via come i raggi luminosi.

Ma siccome non tutte le scariche elettriche sono efficaci a riprodurre i fenomeni analoghi a quelli che si manifestano coi raggi luminosi, così non è anormale di voler tener separate queste scariche da quelle colle quali il parallelismo coi fenomeni ottici non esiste.

Per il differente modo di manifestazione delle perturbazioni elettriche noi siamo dunque costretti per chiarezza di linguaggio a distinguerle in due categorie: noi chiameremo scarica elettrica, onda o perturbazione elettrica, il risultato di un movimento elettrico, qualunque sia questo movimento; quando vorremo indicare quelle onde elettriche che si propagano come le luminose, allora le chiameremo onde hertziane.

\*

\*\*

Veniamo ora a parlare del sistema telegrafico Marconi. Per spiegarlo procederemo con due metodi diversi: prima descriveremo le sole parti principali costituenti gli apparecchi, e faremo vedere il congegno della trasmissione ; poi — supponendo di non conoscere affatto il nuovo sistema — indagheremo, partendo dai mezzi conosciuti di trasmissioni senza fili a pic-

cola distanza, le condizioni che dovrebbero essere soddisfatte per raggiungere distanze dai nostri sensi reputate grandi. Procedendo con questo secondo metodo — metodo sintetico — arriveremo a trovare che gli apparecchi rudimentali presi in esame dovrebbero modificarsi, perfezionarsi, accrescersi nelle loro parti, in tal guisa da risultare un apparato che poi è, come vedremo, l'apparato Marconi. Questo secondo modo di studiare la quistione non ci permetterà — intendiamoci bene — di dare la teoria del funzionamento degli apparecchi, (\*) ma ci porrà in grado di spiegare come il fenomeno avviene, in qual modo la trasmissione si compie.

Intanto incominciamo dal descrivere l'apparato Marconi.

Un sistema telegrafico qualunque può scindersi in tre parti principali: il trasmettitore, la linea, il ricevitore.

La linea è la parte più costosa e più ribelle di un sistema telegrafico, quand'essa è composta di  
(\*) *Nel fascicolo di agosto 1897 dell' Eletttricista comparirà un articolo sulla teoria degli apparati Marconi.*

\_ 17 .-

conduttori, d'isolatori, di ferri, di pali o di cavi. Nel sistema Marconi la linea c'è, ma è la più comoda che si possa immaginare, perché è composta di quel corpo elastico, imponderabile, invisibile, che abbiamo chiamato etere.

Possiamo dunque non occuparcene.

Ci resta dunque ad esaminare il trasmettitore ed il ricevitore.

Il trasmettitore Marconi si compone principalmente :

di un ordinario rocchetto di Ruhmkorff, munito del suo condensatore;

di una piccola batteria di 4 o 5 elementi di accumulatori;

di un oscillatore Righi;

di un'asta metallica;

di un interruttore.

E noto a tutti come è composto un rocchetto di Ruhmkorff: sono due avvolgimenti di filo di rame isolato o sovrapposti l'uno all'altro, comprendenti nel loro interno un fascio di fili di ferro. Ad ogni modo abbiamo riprodotto qui nella figura 8" un tale rocchetto per richiamarlo alla mente di chi lo avesse dimenticato.

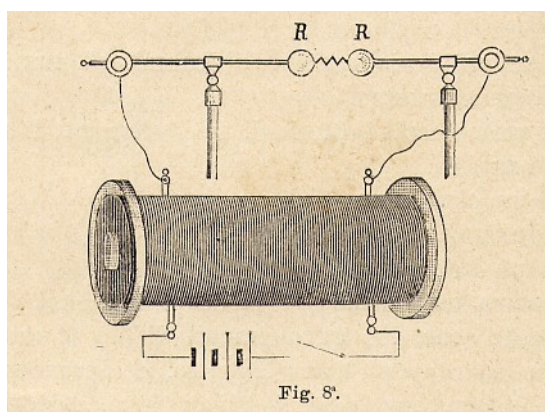
Ordinariamente quando in un avvolgimento di un rocchetto di Ruhmkorff— circuito primario — si lancia una corrente elettrica (per es. quella provocata dalla

pila P), scocca fra le sferette situate agli estremi dell'altro avvolgimento del rocchetto — circuito secondario — una scintilla più o meno lunga a seconda della potenzialità del rocchetto: avviene una sola scarica se la corrente si lancia per un istante, si ottiene una successione di scariche se nel. circuito

— 18 —

primario si produce una serie d'invii di corrente; ciò che può farsi a mano o per mezzo del martelletto applicato al rocchetto.

Fra le due sferette E E del rocchetto, il Marconi ha interposto un oscillatore del Righi. Noi abbiamo già visto in che consiste un oscillatore, ed abbiamo anzi osservato la figura di un tipo di oscillatore (fig. 5"). Questo del Righi si compone di due sfere



metalliche di 12 a 14 centimetri di diametro, tenute fra loro distanti di un millimetro ed immerse nell'olio di vasellina, affine di tenere sempre pulite le superficie scaricanti. In allora tutte le volte che chiudendo il tasto I (fig. 88"), si manifesta un passaggio di corrente sul circuito primario del rocchetto, le piccole sfere E Est scaricano contro le sfere dell'oscillatore Righi, le quali, a loro volta si scaricano fra di loro.

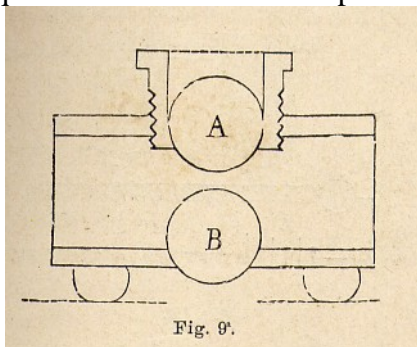
Un oscillatore Righi si vede nella fig. 9" ove A e B sono le sfere metalliche incastrate in due

— 19 —

dischi isolanti, in uno dei quali una sfera può, avvicinandosi, essere avvicinata all'altra.

La scintilla violacea brillante che avviene nell'oscillatore non è una scintilla unica, ma, come già sappiamo, è la risultante di un numero grandissimo di oscillazioni. Non occorrerà ricordare che sir "W. Thomson dimostrò col calcolo che, soddisfatte

certe condizioni del circuito nel quale avviene la scarica, questa scarica deve essere oscillante; in altri termini, quella che noi ad occhio reputiamo per una



scarica unica, è invece una serie di scariche susseguentisi con immensa celerità.

Al trasmettitore Marconi è unito — come abbiamo detto — un'antenna metallica od un filo metallico verticale. Vedremo in seguito l'importanza di quest'organo del trasmettitore.

Il ricevitore del sistema telegrafico Marconi è composto delle seguenti parti:

due batterie di pile a secco;

un relais;

un elettromotore;

un apparato Morse;

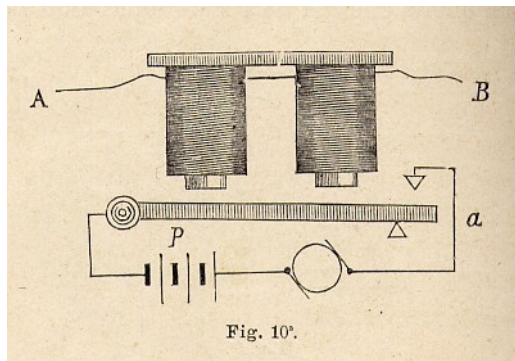
— 20 —

un tubetto sensibile {coherer} ;

alcune resistenze di fili metallici;

ed un'antenna o filo conduttore verticale, eguale a quello che si trova nel trasmettitore.

Richiamerò brevemente quale è l'ufficio del relais in generale, per comprendere poi subito quale è l'ufficio che ha nel ricevitore. Un relais è composto di una elettrocalamita a ferro di cavallo (fig. 10° e di un'ancoretta di ferro a mobile attorno ad un perno.



Questa ancoretta riposa in vicinanza dei nuclei dell'elettrocalamita: quando però si lancia pei capi AB una corrente elettrica, i nuclei si magnetizzano e

l'ancoretta viene sollevata ed attratta.

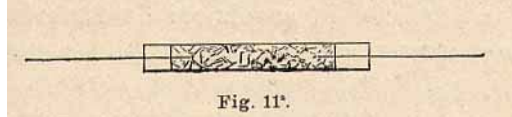
In questo sollevamento essa può andare a colpire una punta — come quella che è in figura — a chiudere cioè il circuito di una pila P per dar luogo a movimenti di maggiore importanza, come lanciare un segnale o far muovere una macchina, come abbiamo segnato in figura.

Essenziale e nuova è l'applicazione al ricevitore del tubetto sensibile {coherer) ideato dal Branly, in

21

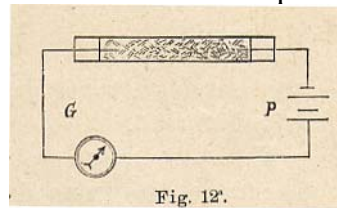
Francia, fino dal 1890, e, come vedremo, radicalmente modificato dal Marconi con fine discernimento.

Questo tubetto si compone — nella sua forma rudimentale — di un piccolo tubo di vetro contenente



della limatura di ferro, o di alluminio, o di bronzo, chiuso alle estremità da due tappi attraverso i quali passano due fili di rame che stanno in contatto con la polvere metallica contenuta nel tubetto stesso come mostra la figura 11".

Tubi così formati presentano una singolare proprietà: essi oppongono in condizioni normali una resistenza così grande al passaggio della corrente, che intercalati nel circuito elettrico di una pila P e di un galvanometro G, impediscono alla corrente della pila



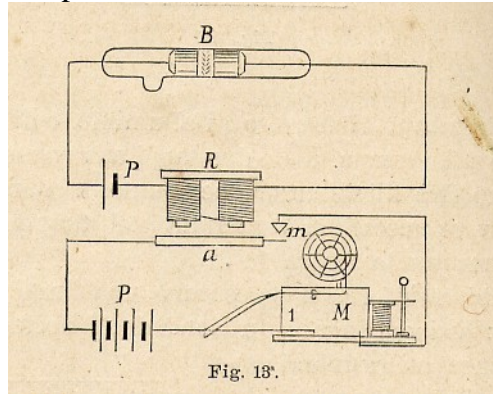
di propagarsi, impediscono all'ago del galvanometro di muoversi (figura 12").

La resistenza elettrica di questi tubetti è però profondamente modificata appena si espongono all'azione di un'onda elettrica. Le particine metalliche disseminate nel tubo si assestano, avviene fra loro un contatto più intimo, ed allora il passaggio della corrente avviene, e persiste fino a che la limatura metallica resta nelle stesse condizioni.

Basta dare un leggero colpo al tubetto, in modo che le particelle metalliche ritornino alla loro po-

sizione disordinata, che la resistenza si fa di nuovo grandissima e la corrente della pila si riduce in conseguenza ad essere trascurabile.

Si comprende che una nuova onda elettrica metterebbe il tubetto in condizioni da far rilevare di nuovo la presenza della corrente e che un nuovo



colpo sarebbe capace di riportare il tubo nelle condizioni iniziali.

Vediamo ora un po' più da vicino come possano disporsi le cose in modo che per ogni onda che colpisce il coherer corrisponda una segnalazione materiale eseguita, p. es., da un apparato telegrafico Morse.

Supponiamo perciò di aver formato un circuito (fig. 13") nel quale si trova il coherer B, avente la forma adoprata dal Marconi e descritta nel seguito di questo lavoro, una pila P ed un relais B, colla sua piccola armatura a.

Grazie alla proprietà indicata del tubetto sensibile, per quanto il predetto circuito sia totalmente chiuso, vale a dire non ci sia alcuna interruzione, nondimeno la pila non darà sensibile corrente elettrica.

Se per un momento si togliesse il tubo, e lo si sostituisse con un filo metallico, la pila promoverrebbe una corrente elettrica entro il circuito, fino al suo esaurimento. Ma quando il tubetto è intercalato, ed un'onda elettrica arriva a colpirlo, esso funziona come se fosse un filo metallico; la pila agisce, l'elettrocalamita attira l'ancoretta che, sollevandosi, va a stabilire un contatto nel punto m, ottenuto il quale, sono altre pile P che agiscono in un secondo circuito, sopra un apparato telegrafico Morse.

Durante tutto il tempo che il contatto in m si mantiene, l'apparato Morse emette un segnale.

Oltre questo secondo circuito, fa parte del ricevitore un terzo circuito che viene alimentato dalle stesse pile P e contiene un piccolo elettromotore, incaricato di battere sul tubetto un leggero colpo per ogni onda ricevuta.

Il filo conduttore verticale è unito ad uno degli estremi del tubetto sensibile, mentre l'altro estremo è connesso con un nastro metallico funzionante come capacità elettrica.

Tranne poche particolarità che tralascio espressamente per non ingenerare confusione, il ricevitore Marconi è quello che abbiamo ora descritto.

Possiamo ora vedere come praticamente si effettua la trasmissione:

Funzionamento del trasmettitore: si 'abbassa il tasto o l'interruttore del circuito che alimenta il rocchetto di Ruhmkorff per un istante; la corrente degli accumulatori traversa allora il circuito primario del rocchetto; le sferette del circuito secondario si scaricano contro le sfere dell'oscillatore, fra le quali viene a scoccare una scintilla. Questa scintilla, che

24

si compone di milioni di scintille, comunica all'etere il suo moto oscillatorio, e l'etere, che è impressionato da tutti queg-li innumerevoli impulsi, si mette a vibrare e li comunica ai corpi lontani.

Il filo metallico verticale è in contatto con sistema oscillante, per cui anche su di esso avvengono gli spostamenti oscillanti delle masse elettriche. Anche questo conduttore comunica dunque all'etere i moti vibratorii.

Ogni volta che si abbassa l'interruttore si ripete questo fatto; se l'interruttore si tiene costantemente abbassato, sarà un continuo succederai di questo scambio di impulsi tra le masse elettriche e l'etere circostante.

Funzionamento del ricevitore : per ogni onda elettrica che arriva, l'asta metallica e le altre parti metalliche dell'apparato diventano sede di azioni elettriche; il tubetto resta impressionato ; la pila P (flg. 13°) da corrente; il relais chiude il secondo circuito; la macchina Morse emette un segnale, mentre il martelletto comandato dall'elettromotore colpisce il coherer e lo rende preparato a svelare un altro segnale.

Risulta dunque chiaro come, procurandosi da una parte oscillazioni elettriche, ed avendosi dall'altra un adatto circuito con inserito un tubo sensibile (coherer), si possa per ogni emissione di onda elettrica ottenere un segnale ; si possa, in altri termini, inviare dei messaggi.

\*

\* \*

Sebbene la fatta descrizione degli apparati Marconi ci abbia messo in grado di vedere come praticamente essi funzionano, nondimeno il procedimento



descrittivo seguito non ci ha per nulla illuminati sulla ragione dell'adozione di certi organi che del sistema sono parte così necessaria ed importante.

Invero noi non sappiamo:

- 1° perché nei due apparati si dispongono due conduttori verticali;
- 2° perché si usa nel trasmettitore un oscillatore elettrico hertziano;
- 3° perché negli apparati si dispongono delle capacità elettriche;
- 4° perché si adopera un coherer, piuttosto che un altro apparecchio, e così via.

E che sia necessario di rispondere, fin dove si può, alle precedenti dimando, lo prova il fatto che, mentre v'è chi ha ritenuto doversi attribuire il fenomeno esclusivamente all'azione delle scariche oscillanti, vi è chi ritiene — come il professore Pasqualini lo ha sostenuto per primo — che l'influenza sul tubo di Branly sia dovuta all'azione esercitata dall'antenna e che perciò l'oscillatore non sia che un mezzo qualunque per ottenere nell'antenna stessa delle innumerevoli correnti di brevissima durata.

A questo punto della quistione noi siamo di avviso, che se anche in modo approssimativo vuoi si indagare fino dove interviene l'azione della scarica oscillatoria nella manifestazione del fenomeno, se vuoi si investigare l'azione dell' antenna del trasmettitore e del ricevitore, e la necessità di introdurre negli apparati delle capacità elettriche e così via, in allora bisogna partire da altre considerazioni, bisogna procedere in modo diverso.

Teniamo perciò sempre presenti le considerazioni generali che abbiamo fatte sulla propagazione delle

onde elettriche, ricordiamoci degli organi dell'apparato Marconi e trattiamo il problema della trasmissione a distanze in modo sintetico, in un modo cioè che si presta meglio a rendere conto della funzione di questo nuovo sistema.

Nel seguire questo procedimento io mi varrò anche di alcuni ragionamenti, che il prof. Pasqualini ebbe a svolgere al Ministero della Marina, in una breve illustrazione degli apparecchi Marconi.

\* \*

Si abbia un circuito elettrico semplicemente costituito da una pila e da un conduttore metallico A (fig. 14”).

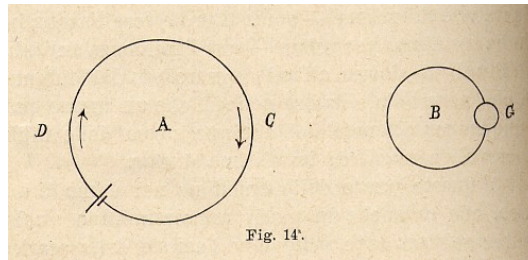


Fig. 14.

Se in vicinanza di quel conduttore abbiamo un secondo conduttore B, ad ogni chiusura ed apertura del primo conduttore una corrente istantanea, indotta, si sviluppa anche nel secondo conduttore, che può essere rivelata da un galvanometro G.

Ecco dunque a nostra disposizione un mezzo elementare per trasmettere dal punto A al punto B dei segnali senza la necessità di fili di comunicazione.

— 27—

È questo in essenza il principio fondamentale del sistema Marconi; ma con un apparecchio così semplice molte sono le cause che impediscono di raggiungere una distanza un po' grande.

Anzi tutto la corrente in una metà del conduttore A, ha, rispetto a B, senso contrario che nell'altra metà. Finché B non è molto lontano da A la metà C, perché più vicina, agirà maggiormente e i segnali potranno essere trasmessi; ma se la distanza fra A e B è così grande che quella fra D e C sia piccola al confronto, le due metà agiscono su B in modo eguale e contrario, e quindi nessun segnale può essere trasmesso.

Fu precisamente per questa ragione che lo Stevenson, nei suoi esperimenti di telegrafia con correnti indotte, da noi citati in principio, era costretto a servirsi di rocchetti aventi 180 metri di diametro per vincere una distanza di soli 800 metri.

Una delle due metà del conduttore A dev'essere dunque eliminata, e lo si può fare nel modo seguente :

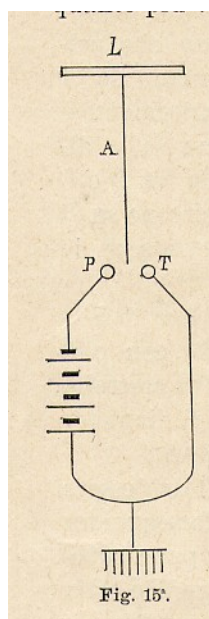
Il conduttore rettilineo A finisce nella parte superiore con un disco metallico o condensatore L e colla parte inferiore sia messo in comunicazione alternativamente o col polo di una pila o con un filo che va a terra (fig. 15"). Nel primo caso una corrente si stabilisce dal basso all'alto, nel secondo dall'alto al basso.

Avremo così un'oscillazione di corrente in A che darà su B gli stessi effetti che avevamo chiudendo o aprendo il circuito prima considerato, avendo pure eliminata la metà nociva del conduttore che c'impediva di aumentare la distanza fra le due stazioni.

Malgrado ciò, con mezzi ordinar!, non si potreb-

bero superare pochi metri di distanza per ricevere alla stazione B degli effetti percettibili.

Possiamo però osservare che l'azione delle correnti che circolano in A, è tanto più energica su B, quanto più rapide sono le variazioni della corrente stessa. Se invece di aver, per esempio, una vibrazione al minuto secondo ne abbiamo due, è raddoppiata l'azione di A su B; se ne abbiamo quattro, è quadruplicata, e così via. Noi potremmo con opportuni mezzi ottenere qualche diecina e forse qualche centinaio di oscillazioni in un minuto secondo, ma questo sarebbe ben poca cosa per noi che vogliamo raggiungere grandi distanze. Noi dobbiamo cercare di ottenere oscillazioni per es. del periodo di un milionesimo al minuto secondo; allora l'azione di A su B sarà milioni di volte maggiore e quindi potremo sperare di raggiungere quelle distanze che sensi valutiamo come grandi.



Dopo quanto abbiamo precedentemente imparato a conoscere, un mezzo semplice e comodo per ottenere correnti! di tal natura ci è offerto da un oscillatore hertziano il quale, come sappiamo, è capace di sviluppare delle vibrazioni, in ragione di milioni e milioni al secondo. All'atto pratico potrà essere prescelto l'oscillatore del Righi ad un altro qualunque, ma ciò sarà un perfezionamento di dettaglio, che non modifica affatto il principio. Possiamo dunque concludere : perché un trasmettitore elettromagnetico di segnali da comunicarsi a

— 29 —

distanza presenti i caratteri essenziali per un efficace funzionamento, bisogna che il circuito trasmittente si riduca a forma lineare, ad un filo verticale, ad un'antenna come si è detto, e bisogna che in questo filo abbiano sede innumerevoli correnti di durata infinitamente piccola,

Ricordiamoci ora della descrizione fatta del trasmettitore Marconi e vedremo che esso soddisfa appunto alle due condizioni fondamentali, che siamo riusciti ad appurare col semplice ragionamento.

Ripetiamolo ancora una volta: il trasmettitore Marconi, perché possa lanciare impulsi, che, trasportati dall'etere, delibano raggiungere grandi distanze, è mestieri che sia fornito di un conduttore verticale e di un generatore di correnti di

durata infinitamente piccola, e l'uno e l'altro il trasmettitore Marconi contiene. Siamo riusciti dunque ad investigare col ragionamento la necessità che v'è dell'antenna nell'apparato trasmettitore, quell'antenna che nella descrizione dell'apparato stesso ci faceva l'effetto di un punto interrogativo, non prevedendone facilmente l'efficacia, siamo riusciti ad accertare la necessità di avere un organo atto a produrre innumerevoli impulsi elettrici in tempi infinitamente piccoli, senza delimitare che quest'impulsi provengano piuttosto da perturbazioni elettriche qualunque che da scariche oscillatorie hertziane. Per questa seconda condizione il ragionamento ci avrebbe anzi generalizzato il principio dell'apparato trasmettente, e l'aver prescelto un oscillatore hertziano per produrre correnti elettriche della natura richiesta, piuttosto che un vibratore qualunque dovrebbe giustificare dalla circostanza che l'oscillatore hertziano

~ 30 ~

è il più comodo a costruirsi, il più semplice a calcolarsi.

Il nostro trasmettitore rudimentale A dovrà trasformarsi essenzialmente in un conduttore verticale in un oscillatore, e in un alimentatore dell'oscillatore,

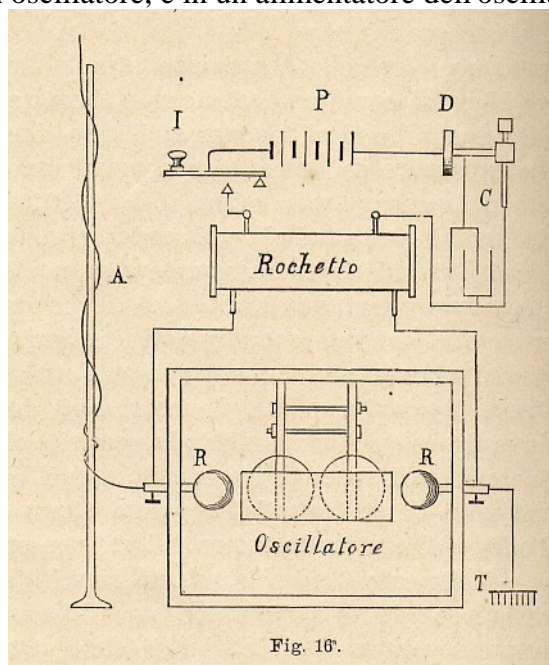


Fig. 16.

che può essere una macchina elettrostatica od un rochetto di Ruhmkorff'.

Ed ora che abbiamo rintracciato tutte le parti principali costituenti il trasmettitore, ed abbiamo potuto di quelle parti apprezzare l'importanza, vediamo come effettivamente il Marconi ha disposto il suo apparato,

ispezionando la fig. 16" che è uno schema fedele del trasmettitore Marconi.

— 31 —

In questa figura si osserva il rocchetto di Ruhmkorff, nel quale può essere lanciata la corrente degli accumulatori P, abbassando il tasto I; si osserva il condensatore C, il quale aumenta l'efficacia della scarica e gli altri accessori. Si vede chiaro che dal circuito secondario del rocchetto escono due conduttori che arrivano alle due sferette RÈ.

La scarica indotta del rocchetto avviene tra le sferette R li e le sfere centrali che costituiscono l'oscillatore.

Queste due sfere centrali sono tenute da due ganne di ebanite e mantenute a distanza fissa per mezzo di cavicchie pure di ebanite: attorno v'è come una bacinella di pergamena che contiene l'olio di vasellina nel quale sono immerse le sfere.

Il tutto è sostenuto da un telaio di ebanite.

Un elettrodo è in comunicazione col filo verticale A, l'altro elettrodo è in comunicazione con un contatto a terra T.

Questo è tutto quanto il trasmettitore possiede.

Ci rimarrebbe da osservare che questa comunicazione a terra non dovrebbe — se il fenomeno avviene per le ragioni esposte — avere alcuna influenza; però il Marconi è di avviso che con questo contatto è aumentata di molto l'efficacia della trasmissione.

In quei pochi esperimenti che sono stati eseguiti a Roma, fu tolta la comunicazione a terra, e l'apparecchio seguì ad agire perfettamente; ma su tale questione non è detta l'ultima parola, ed è mestieri attendere i risultati di esperienze più accurate ed eseguite in scala più larga.

Per investigare quale debba essere l'apparecchio ricevitore adatto al trasmettitore che abbiamo stu-

- 32 —

diato bisognerà procedere nel modo sintetico seguito, e partire dalla citata fig. 14".

In questa figura il ricevitore rudimentale è costituito dal circuito B nel quale si trova un galvanometro G, per rilevare le azioni delle correnti che arrivano a quel circuito.

Un galvanometro è infatti un istrumento sensibile che si adopra in quasi tutte le ricerche della fisica, ma che richiede un'azione elettrica apprezzabile per imprimere all'ago un'orientazione diversa da quella magnetica che possiede.

I galvanometri dell'uso comune misurano le cor-

renti di generatori posti nel loro circuito, o di correnti indotte da altri circuiti a loro molto vicini.

Invece i galvanometri molto sensibili sono capaci di apprezzare i movimenti di masse di ferro od i campi elettrici anche lontani, purché queste masse di ferro o questi campi elettrici abbiano una rilevante grandezza; per esempio, essi accusano un treno che si avvicina, accusano il passaggio di un tram elettrico; ma un treno od un tram elettrico rappresentano qualche cosa di troppo grossolano per un trasmettitore. Ed al postutto, a quale distanza queste influenze si esercitano? Se dobbiamo considerare che una trasmissione a distanza include il concetto di distanza di molti chilometri, dovremo concludere che le perturbazioni hanno influenza sul galvanometro per distanze relativamente brevi, poiché se è vero che i galvanometri sensibili dell'Istituto fisico, a parte l'influenza magnetica, risentono l'influenza delle correnti indotte nel filo, provocate dallo spostamento dei tram elettrici che circolano per la città, non sono certo influenzati i galvanometri dell'Os-

— 33 —

servatorio di Rocca di Papa, per le stesse ragioni dovute ai movimenti di masse elettriche che avvengono in Roma. Non sarà dunque un galvanometro solo, l'istituto più indicato per ricevere le segnalazioni lontane, perché l'energia occorrente per promuovere il movimento dell'ago del galvanometro, a parte ogni altra considerazione, dovrebbe essere eccessivamente grande, e quando anche fosse tale, non sarebbe mai sufficiente ad essere rivelata ad una grande distanza. Il galvanometro dunque, come apparecchio direttamente ricevente, deve essere scaricato di far parte del ricevitore che andiamo investigando.

Ma non è la sola condizione di estrema sensibilità quella che deve presentare un ricevitore, perché più efficacemente risponda alle onde elettriche provenienti di lontano: la forma dei conduttori deve essere tale, che se il ricevitore si adoperasse come trasmettitore, si dovrebbe comportare alla scarica con un periodo di oscillazione eguale a quello del trasmettitore usato.

Anzi diremo di più, che se il periodo di oscillazione che il ricevitore è capace di dare è molto differente da quello del trasmettitore, il primo resta sordo all'influenza di quest'ultimo.

In questo fatto non vi è nulla che possa meravigliare, avendoci un'infinità di riscontri in natura. Il più comune e il più noto è quello del suono. Chi

non sa che facendo vibrare un diapason in una stanza in cui si trova un pianoforte, risponda quella corda, e solo quella corda che, pizzicata, è capace di dare la stessa nota del diapason? È noto che il diapason nel vibrare imprime delle pulsazioni al-

— 34 —

l'aria circostante, e ne imprime un numero diverso secondo le onde che esso è capace di dare; queste vibrazioni, investendo le corde del piano o qualunque altro corpo atto a vibrare all'unisono col diapason, lo obbligano a vibrare e ad emettere un suono per conto suo.

Identico è il fenomeno elettrico. Noi già sappiamo che l'azione si propaga dal trasmettitore al ricevitore attraverso all'etere, e quando noi provochiamo nel trasmettitore una corrente oscillante, questa imprime all'etere una serie di impulsi che come onde si propagano in tutto lo spazio. Se queste onde incontrano ed investono un conduttore accordato con quello che le ha emesse, lo fanno diventar sede di un concerto oscillante, lo fanno rispondere alle pulsazioni emesse, in caso contrario il ricevitore rimane sordo al linguaggio che riceve.

Dobbiamo, dunque, impiegare, se vogliamo poter raggiungere delle distanze ragguardevoli, un conduttore ricevitore accordato col trasmettitore.

Se, dunque, all'apparecchio trasmettitore applicammo un filo conduttore verticale, dovremo applicare questo filo o quest'antenna anche al ricevitore; se un elettrodo del trasmettitore fu posto in comunicazione colla terra dovremo porre in comunicazione colla terra anche uno dei capi del ricevitore, poiché le parti del trasmettitore hanno una determinata capacità elettrica, questa capacità elettrica deve averla anche il ricevitore.

Da queste conclusioni noi possiamo dedurre che anche il circuito B della fig. 14" devesi sdoppiare, che va tolto il galvanometro per sostituirlo con altro apparecchio, che devesi fare una comunicazione col

— 35 —

suolo e che bisogna aggiungere delle capacità o superficie metalliche per porre l'insieme dell'apparecchio ricevente all'unisono con quello trasmettente.

Un ricevitore a questo modo potrebbe benissimo rispondere al linguaggio del suo trasmettitore, ma questo linguaggio rimarrebbe completamente a noi inosservato, perché manca all'apparecchio stesso

l'organo che rende manifesto ai nostri sensi la conversazione che si tiene. Molto a proposito servono per questo scopo i tubetti Branly.

Il tubetto Branly non è però l'organo che sostituisce il galvanometro nel circuito B della figura 11", poiché il tubetto sensibile da solo sarebbe incapace di fornire la benché minima indicazione. Il tubetto si può riunire invece nel circuito di una pila potente quanto si vuole e di un relais, in modo che per ogni onda comunicata al tubetto, la pila, fornendo tanta corrente quanta se ne ha bisogno, renda manifesta al relais l'impressione dal tubetto ricevuta nel modo più vistoso. Al galvanometro abbiamo dunque sostituito un circuito con un sistema di apparecchi con risultato infinitamente migliore, inquantochè, mentre nel ricevitore B l'energia trasmessa avrebbe dovuto direttamente agire sul galvanometro o su un qualunque altro apparecchio di segnalazione, nel ricevitore ora combinato basta che l'onda o la perturbazione elettrica investa il tubetto, perché allora la corrente della pila imprime movimento al relais e, volendo, anche ad una macchina di grande potenza.

Avendo proceduto con metodo sintetico siamo venuti a stabilire che il ricevitore deve contenere:

— 36 —

un'asta metallica verticale ;  
delle superficie metalliche presentanti  
capacità ;  
una comunicazione al suolo ;  
un circuito nel quale si trovi un tubetto sensibile per ricevere le impressioni;  
una pila per fornire corrente ad un  
relais che deve riprodurre ingranditi dei segnali.

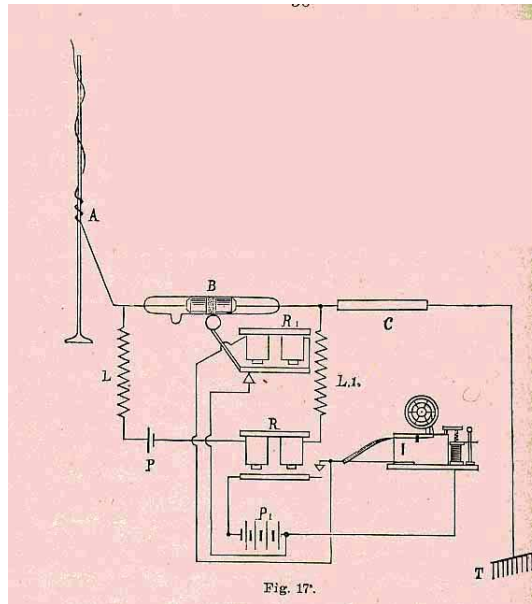
Siamo venuti cioè a ricostruire il ricevitore Marconi, veduto in schema nella fig. 17".

Esaminando invero la fig. 17" vi ritroviamo l'asta metallica verticale A, un nastro metallico costituente una capacità C, una comunicazione col suolo T, ed un circuito formato da una pila P, delle resistenze L ed L' ed il coherer B e il relais R. In questa figura si vede per di più che quando il relais R attiva la propria ancora, questa chiude un circuito

— 37 —

nel quale si trova una batteria di pile Pi, ed un apparato telegrafico Morse. La pila Pi, agisce per ogni chiusura di circuito, anche su un altro circuito del





quale fa parte il piccolo elettromotore J, situato vicinissimo al coherer.

L'ancora di questo piccolo ricevitore, terminata a martelletto, va a battere leggermente, per ogni attrazione che riceve, sul coherer, il quale viene ad essere posto in condizioni di ricevere una successiva impressione.

Per ogni onda emessa dal trasmettitore si ha dunque un segnale istantaneo all'apparato Morse, vale a dire un punto. Per una successione di onde, grazie all'inerzia dell'apparato, invece di ottenere una serie di punti si ha una linea; quindi noi possiamo avere punti e linee, possiamo corrispondere cioè col linguaggio telegrafico Morse.

Consideriamo ora anche qualche dettaglio del ricevitore Marconi.

Le due spiraline di filo metallico, L ed L' sono due resistenze autoinduttive, le quali hanno l'ufficio d'impedire che le onde elettriche passino al di fuori del tubetto.

La modificazione fatta dal Marconi al tubetto sensibile del Branly è di una importanza eccezionale; da un ordinario tubetto contenente semplice polvere metallica in disordine, è divenuto un organo minuto, delicato, di fina meccanica elettrica. Il Marconi mi disse che egli aveva impiegato qualche anno di tentativi per riuscire a costruirne uno sensibile come il suo. È formato da un tubetto di vetro lungo 4 centimetri e del diametro di circa 5 mm. che contiene due cilindretti di argento situati alla distanza

di un millimetro. Fra le due basi affacciate dei due cilindretti si trova della limatura di nichel in ragione del 96 % e della limatura di argento in ragione

del 4%. Nel tubo è stato spinto il vuoto alla pressione di 1 millimetro, e vi sono state lasciate tracce di vapori di mercurio.

L'aletta metallica O connessa con la terra, ha tali dimensioni da rendere accordato il ricevitore alle azioni trasmesse.

Infine ci rimane a fare un'ultima osservazione su alcune resistenze elevate che si trovano nel ricevitore Marconi e che, per non complicare la figura abbiamo tralasciato di rappresentare. Queste resistenze elettriche sono formate o da fili sottilissimi di argentana, o da tubetti di acqua, e sono poste in derivazione sui due capi dei punti ove il circuito si deve chiudere o rompere.

Abbiamo già detto che rompendosi e chiudendosi un circuito elettrico, si occasiona una extracorrente; questa potrebbe avere azione disturbatrice sul ricevitore. Siccome ad ogni onda che arriva si mettono in moto diversi organi, e avvengono varie chiusure ed aperture di circuiti, bisognava procurare di togliere tutti i possibili dannosi effetti che le extracorrenti avessero potuto avere. L'inserzione di queste resistenze per evitare le perturbazioni elettriche nocive è stata un'idea molto efficace e molto ingegnosa.

\*

\* \*

Descritto l'apparato Marconi e spiegato il suo modo di funzionare, vien fatto di proporsi alcuni quesiti riguardanti l'applicazione che questo appa-

— 39 —

rato potrà ottenere e le leggi fisiche che governano la trasmissione con questo sistema.

Noi risponderemo ad alcuni quesiti più importanti, tacendo di molti altri che la fantasia potrebbe proporre.

Una domanda che sorge spontanea, forse prima di ogni altra, si è quella di conoscere se la trasmissione col sistema Marconi può essere impedita da ostacoli che possono frapporsi tra il trasmettitore ed il ricevitore. Si può osservare che l'emissione delle onde elettriche dall'apparecchio trasmittente è fatta in tutti i sensi dello spazio, nella stessa guisa che da un punto luminoso partono i raggi in tutte le direzioni. Come accade di vedere in una stanza senza che i raggi del sole vi penetrino direttamente, perché la luce diffusa, riflessa, rifratta se si vuole è sufficiente a darci l'immagine degli oggetti, così i raggi di forza elettrica diffusi e riflessi potranno essere sufficienti ad impressionare il tubetto sensibile

del ricevitore, ed inoltre nello stesso modo che molti corpi sono trasparenti per i raggi luminosi, così ce ne sono moltissimi trasparenti anche per le onde elettriche. La difficoltà si accresce quando gli ostacoli sieno corpi metallici.

È evidente che un conduttore metallico ricevendo un'onda elettrica, per la sua proprietà intrinseca di essere un conduttore dell'elettricità, si metterà a vibrare, risponderà, male o bene che sia, al trasmettitore, per cui l'energia dell'onda rimarrà spesa a produrre questa vibrazione. È certo però che è difficile trovare ostacoli di conduttori così grandi da assorbire l'energia di tutti i raggi di forza elettrica che sono emessi, come abbiám detto,

— 40 —

in tutte le direzioni. Invero sono stati eseguiti degli esperimenti avendo il ricevitore entro una nave corazzata, e l'apparecchio ha risposto, perché i raggi elettrici sono penetrati fin là dentro come ci arrivavano i raggi luminosi.

Però questa interpretazione del fenomeno non sarà rigorosa quando si pensi al modo come suole il Marconi eseguire le esperienze sulle navi. Per riferirsi ad un esempio recente, ricorderò che in questi giorni - alla Spezia - venivano emesse delle segnalazioni tra l'arsenale di San Bartolomeo e la corazzata San Martino completamente armata in alto mare, trovandosi il ricevitore posto su coperta nelle cabine, alle caldaie, sotto ai cannoni e nei più remoti nascondigli della corazzata stessa. Ma una parte essenziale del ricevitore rimaneva sempre all'aperto, e cioè l'antenna metallica che mentre saliva di molti e molti metri, manteneva la sua comunicazione col ricevitore per mezzo di un conduttore metallico. Ne segue che potrebbe essere fatto a meno di ricorrere ai fenomeni di riflessione e diffusione delle onde elettriche che arrivano fino ai bassi fondi delle navi per eccitare il coherer e dire semplicemente che l'azione induttiva dell'antenna metallica è quella che determina la frazione dei segnali trasmessi.

Avendosi piuttosto diversi apparecchi in funzione bisognerebbe sapere fino a qual punto un sistema di apparecchi può disturbare la corrispondenza dell'altro sistema, e se potrebbesi carpire la corrispondenza ponendo in funzione un secondo ricevitore anche diverso dal primo.

Per quanto l'ultima parola sarà detta dall'esperienza, si può prevedere fin d'ora che non deve es-

sere molto facile a sorprendersi una corrispondenza se non si possiede un ricevitore accordato col trasmettitore. Ora questo accordo è meno facile di quello che si crede; basta variare di poco le condizioni dell'istrumento perché la corrispondenza divenga così stentata da non ricavarne alcun costrutto.

Del resto è sempre possibile la corrispondenza in linguaggio convenuto o in cifre.

Importante a conoscersi è la distanza che si può superare con questo sistema telegrafico.

Come abbiamo detto, nella trasmissione fatta attraverso il canale di Bristoi si sono intanto raggiunti i 15 chilometri, ed ora sono 'preparati gli esperimenti per provare ad una distanza di 60 chilometri. Nei recenti esperimenti eseguiti alla Spezia sono stati raggiunti 18 chilometri, adoprando gli stessi apparecchi che erano stati adoprati a Roma ed avendo poste le aste metalliche alte 25 metri.

Si sono cioè sorpassati i risultati ottenuti in Inghilterra, sebbene il rocchetto adoprato come trasmettitore fosse molto meno potente. Ma all'infuori di questi risultati sperimentali, non si può ancora prevedere niente di preciso.

L'aver introdotto il Marconi nei suoi apparecchi il conduttore metallico verticale è stata la causa indispensabile per trasmettere a distanza; ma in quale misura influisca l'altezza del conduttore sulla distanza da vincersi non è facile a dirsi.

A Roma negli esperimenti eseguiti (\*) da un piano

(\*) *Questi esperimenti furono eseguiti per iniziativa del Ministero della Marina,*

— 42 —

all'altro, il conduttore aveva un' altezza di 3 metri circa ; per la trasmissione attraverso il canale di Bristoi a 15 chilometri, questo conduttore raggiungeva l'altezza di circa 30 metri; è difficile prevedere quale dovrà essere quest'altezza per una distanza doppia.

Solo uno studio sistematicamente eseguito potrà illuminarci a questo riguardo; inquantochè la questione è molto complessa.

Si può invero osservare : questo conduttore verticale basta che sia sviluppato molto in altezza, oppure deve avere, per i migliori effetti, una grande capacità ?

Le onde emanate dal trasmettitore devono essere necessariamente onde hertziane oppure perturbazioni qualunque di elettricità?

E la frequenza di queste onde in qual modo influisce sulla distanza?

Noi abbiamo insistito molto per rendere chiara la distinzione fra le onde hertziane e le incomposte perturbazioni elettriche, perché il problema non ammette su questo punto alcun indugio ad essere risolto.

I moti vibratorii dell'etere comunicati da scariche oscillatorie, al pari dei raggi luminosi possono essere deviati, riflessi, rifratti, resi convergenti, e così via, e per tali ragioni si spiega come il Marconi saltuariamente avesse adoperati anche degli specchi per raggiungere maggiori distanze, ma se questi moti vibratorii non sono necessari per ottenere il fenomeno di trasmissione, allora l'ordine d'idee cambia di molto.

Invero quando sarà provata la necessità di adoperare dei moti vibratorii hertziani allora si potrà

— 43 —

seguire a parlare di convergere i raggi di forza elettrica, a parlare di riflessione e diffusione, a parlare di risonanza e così via, ma quando questi non siano necessari non sarà più permesso di spiegare i diversi fenomeni con proprietà che le scariche elettriche non hertziane non hanno mai avuto.

L'insistenza che abbiamo messo per stabilire certe distinzioni, ci farà seguire con chiarezza gli studi sperimentali che certamente si inizieranno nei laboratori scientifici.

E la quantità di energie messa in moto non vi deve avere influenza; deve cioè la trasmissione avvenire per eguali distanze se in quel!' infinitesimo di secondo in cui avviene la scarica è la forza di un cavallo messa in giuoco, o la forza di mille cavalli?

Basta per poco riflettere a queste considerazioni, per essere persuasi della necessità di studiare ancora sperimentalmente il vasto problema.

Per ora quello che si può affermare si è la dimostrata possibilità di trasmettere a distanza con tali mezzi che aprono un campo di nuovi studi e nuove scoperte, rimasto finora inesplorato dalla mente umana.

L'invenzione del Marconi avrà certo larga applicazione nella pratica, poiché fin d'ora si vedono i benefici che essa può rendere. Pare già incontestato che per la corrispondenza fra le navi, e fra le navi e la costa, in quanto che può occorrere per i bisogni marineschi, corrisponda allo scopo. Io mi auguro che questo sistema, meglio che tra le navi da guerra, trovi applicazione per corrispondere fra le navi mercantili, i treni — veri segnaoli di

civiltà — e le stazioni, tra gli opifici industriali,

— 44 —

nelle trasmissioni di energia elettrica a distanza tra le officine di produzione e i lontani luoghi ove l'elettricità si risolve in luce, in calore, in forza.

A parte poi ogni pratico impiego, l'invenzione del Marconi avendo per base, come abbiamo visto, una delle più grandi conquiste della fisica moderna la trasmissione eterea dei raggi di forza elettrica, ha avuto il merito di aver come trasportato in piazza le scoperte fin ora rimaste chiuse nel laboratorio, di aver iniziato il pubblico alla discussione di certi fenomeni, rimasti fin ora conoscenza di pochi scienziati.

**Recenti lavori dello stesso Autore**

---

**I motori elettrici a campo magnetico rotante.** Monografia completa adorna di moltissime incisioni . . . . . L. 3,50

**Il trasporto dell'energia elettrica da Tivoli a Roma.** Elegante volume con splendide incisioni (*2<sup>a</sup> Edizione ampliata in corso di stampa*). . . L. 2,50

**Giornale *L'Elettricista*.** Rivista mensile di elettrotecnica. Anno VI. Prezzo d'abbonamento lire 10 all'anno. Roma (Corso d'Italia).

---

**Prezzo: Lire 2.**