

Fotocopiato in proprio, distribuito gratuitamente, è gradita la collaborazione dei lettori - Il N. 23 è stato inviato a 23 lettori
Redazione: Ezio Mognaschi, v.le Gorizia, 63 - 27100 Pavia PV, tel. 0382 539522, posta elettronica: mognaschi@fisicavolta.unipv.it

Hanno collaborato a questo numero: E. Mognaschi ed altri.

Sommario: □ Notizie, p. 1; □ I primi esperimenti di Marconi sulla telegrafia senza fili, p. 1 - 6.

Notizie: * Come conseguenza del crollo delle due torri del *World Trade Center* di New York, avvenuto l'11 settembre, risultano dispersi 6 tecnici televisivi. Nell'attentato sono state distrutte nove antenne televisive ed un'antenna FM a larga banda della RCA che trasmettevano dal 1980. Alcune stazioni televisive e radiofoniche, che utilizzavano il traliccio di 109.7 m posto sulla sommità della Torre Nord, sono state costrette ad approntare nuovi siti trasmettenti. La FCC ha emesso alcune autorizzazioni temporanee per permettere alle stazioni di continuare ad operare. Le seguenti stazioni FM hanno cambiato sito: WKTU dopo una breve interruzione ha utilizzato il sito di riserva posto sul grattacielo Condé Nast a Times Square; WNYC, *National Public Radio*, ha continuato a trasmettere su 91.5 MHz utilizzando il sito della stazione gemella WNYE che trasmetteva solitamente programmi etnici e dopo 5 giorni ha ripristinato il proprio servizio su 93.9 MHz con un TX Harris Quest da 1 kW a stato solido e due antenne ERI poste in cima all'Empire State Building a 371.8 m; altre stazioni come WPAT, WKCR, WQCD, hanno trovato localizzazioni provvisorie a bassa potenza nell'area urbana in pochi giorni; WQCD ha perso il sito ausiliario posto sulla Torre Nord; WPAT, stazione dello *Spanish Broadcasting System* è rimasta inattiva per 60 ore prima di riuscire a trovare un TX Bext da 500 W e lo spazio sull'Empire State Building per usare una porta a larga banda dell'antenna posta su questo grattacielo; WKCR, stazione della *Columbia University* è rimasta inattiva per 80 ore prima di realizzare un sito provvisorio su di un palazzo, residenza studentesca, di 10 piani.

* È in fase di approvazione e dovrebbe entrare in vigore il 1° gennaio 2002 un Decreto del Presidente della Repubblica che riguarda, nella Sezione 7, i radioamatori. I punti salienti dovrebbero essere: art. 32 - Si potrà svolgere l'attività con apparato portatile anche su mezzo mobile; art. 34 - La potenza massima (senza indicare qualè: ERP, di alimentazione,...?) viene portata a 500 W per la patente di classe A, rimane a 10 W per quella di classe B con la quale si potrà operare nelle bande amatoriali da 30 MHz in su; art. 43 - "È libera l'attività di solo ascolto sulla gamma di frequenze attribuite al servizio di radioamatore"; non verrà più chiesto il parere del Ministero della Difesa per le autorizzazioni (non più concessioni) a trasmettere. Con altro dispositivo verrà sensibilmente aumentata la tassa annuale che sembra venga unificata per tutte le patenti e portata a L. 70000, *pardón* € 35! Ulteriori informazioni al sito dell'ARI: <http://www.ari.it>.

Il seguente articolo è tratto dalla relazione su invito, svolta dallo scrivente in occasione della Commemorazione Marconiana per il centenario dell'invenzione della radio, tenuta durante l'Assemblea annuale (Sestri Levante, 29 aprile - 1° maggio 1995) dell'*Associazione Italiana Radioascolto*. L'organo ufficiale di questa Associazione, *Radiorama*, probabilmente travagliato da una crisi gestionale, non ritenne opportuno pubblicare il pezzo. Il 12 dicembre 2001 è il centenario di un altro importante esperimento marconiano: la prima comunicazione transatlantica con onde elettromagnetiche che rappresenta la naturale evoluzione degli esperimenti del 1895. Nella speranza di fare cosa gradita ai lettori di *Radioonde* viene qui sotto riportato il testo della relazione esposta nel 1995 che contiene riflessioni originali sui primi esperimenti di Marconi ed un'accurata bibliografia relativa ad essi.

Ezio Mognaschi

I primi esperimenti di Marconi sulla telegrafia senza fili

Ezio Mognaschi

Su Guglielmo Marconi, i suoi esperimenti, le sue scoperte, la sua vita è stato detto e scritto moltissimo e per questo è difficile oggi orientarsi nell'abbondantissima bibliografia e discriminare i fatti dalle leggende fiorite negli anni, specialmente dopo la sua morte. Gran parte degli scritti su Marconi è costituita da rielaborazioni che non fanno riferimento ad alcuna fonte documentata ed è quindi impossibile identificare in essi i contributi degni di fede e separarli dalle invenzioni fantasiose introdotte da molti autori forse per aumentare, se ce ne fosse bisogno, la gloria di Marconi. Quanto è stato scritto e detto da molti fa parte del folklore sud europeo impastato con retorica nazionalista e, se da un lato

dimostra la grande ammirazione che ha suscitato la figura di Marconi, dall'altro non contribuisce a farci capire la sequenza di avvenimenti e le condizioni che hanno portato all'invenzione della telegrafia senza fili.

Allo scopo di ricostruire il più fedelmente possibile la successione delle idee, delle prove e degli esperimenti che hanno portato a questa straordinaria invenzione verrà qui fatto riferimento ai documenti ufficiali ed agli scritti, invero pochi, dello stesso Marconi. Infatti, a quanto scrisse il suo compagno di studi, collaboratore e poi biografo, il marchese Luigi Solari, Marconi *"aveva una istintiva ripugnanza allo scrivere ed a far discorsi, pure egli vinceva tale sua ripugnanza quando si trattava di ricordare la storia del suo lavoro"*(1).

Le diverse fonti utilizzate per questo lavoro verranno tutte citate, come d'uso nella letteratura scientifica, sia per consentire al lettore un eventuale approfondimento, sia per permettere una valutazione dell'attendibilità della fonte stessa. Le frasi citate testualmente sono riportate in corsivo.

L'invenzione della telegrafia senza fili, come tutte le attività umane, si colloca in un contesto scientifico, culturale e storico che ha creato le condizioni al contorno per la sua realizzazione ed è stata il frutto di tanti esperimenti, di tante osservazioni, modifiche e miglioramenti, nonché dell'utilizzazione e del perfezionamento di dispositivi ed apparati che erano già in uso alla fine dell'ottocento, ma non è derivata direttamente dalle cognizioni teoriche sulle onde elettromagnetiche sviluppate dai fisici dell'epoca. Come in tutte le attività umane, è però stato il genio di uno solo che ha saputo compiere una sintesi audace ed arrivare alla realizzazione dell'idea di trasmettere a grande distanza quando (e si direbbe anche nonostante) i più competenti scienziati contemporanei ritenessero impossibile questa realizzazione.

Il miglior punto di partenza per esaminare la storia dell'invenzione della telegrafia senza fili è la lezione pronunciata da Marconi l'11 dicembre 1909 all'Accademia Reale Svedese in occasione del conferimento a lui ed a Carl Ferdinand Braun del premio Nobel per la fisica *"in riconoscimento dei loro contributi allo sviluppo della telegrafia senza fili"*(2). Per quell'importante occasione Marconi fu costretto a preparare un discorso ben organizzato e ben documentato con disegni e fotografie originali. Fu per lui anche l'occasione per rivendicare i suoi contributi originali davanti ad un pubblico competente ed attento e per tramandare alla storia la propria versione degli eventi che lo portarono al successo. Si può innanzitutto osservare che la giovane età dell'inventore (aveva allora trentacinque anni) e la sua scarsa dimestichezza con le usanze degli ambienti scientifici gli fanno sempre impiegare nel discorso la prima persona, laddove uno scienziato avrebbe usato una forma meno personale. A parte quest'osservazione di carattere formale, è estremamente significativo quanto egli asserisce, cioè: *"non ho mai studiato fisica od elettrotecnica in modo regolare, sebbene da ragazzo fossi profondamente interessato a questi argomenti"*(2). È inoltre importante l'affermazione, contenuta sempre nella lezione Nobel, di aver seguito a Livorno (nel 1891) un corso di lezioni di fisica, impartitegli dal prof. Rosa e di essere stato ben a conoscenza delle pubblicazioni scientifiche di Hertz, Branly e Righi.

Vincenzo Rosa (1850-1908), originario di Torino ed amico e compagno di studi di Galileo Ferraris (1847-1897), era allora professore di fisica presso il liceo di Livorno ed il rapporto con lui fu senz'altro determinante per il giovane Marconi il quale mantenne con il professore una lunga corrispondenza, sino alla sua morte. Questa corrispondenza è purtroppo sparita, sembra per un furto(3), subito dopo la morte del Rosa. Sulla base dei lavori pubblicati dal Rosa è verosimile, ma non è purtroppo documentato, che quest'ultimo fosse stato a conoscenza delle proprietà di conduzione del tubetto a limatura di Calzecchi-Onesti (1853-1922) descritte in tre note pubblicate sul Nuovo Cimento(4,5,6) tra il 1884 ed il 1886 (che non contengono però alcun cenno all'uso del tubetto a limatura come rivelatore di onde elettromagnetiche) e che Marconi l'abbia conosciuto per questa via(3). Si sa inoltre che a Livorno Marconi costruì un rivelatore di scariche elettriche atmosferiche comprendente un'antenna elevata ed un campanello elettrico che suonava quando le scariche elettriche si facevano vicine. È stato congetturato che, su ispirazione del prof. Rosa, Marconi abbia inserito, tra antenna e terra, un tubetto a limatura come rivelatore(3). A quanto afferma, in proposito, il Solari *"Con*

tali dispositivi egli riusciva senza alcuna sorgente di energia elettrica a far suonare un campanello a mezzo delle scariche elettriche dell'atmosfera"⁽⁷⁾, dunque senza usare una pila nel circuito e quindi senza usare un tubetto a limatura che, come si sa, collegato con una pila, conduce la corrente continua quando è attraversato da una corrente a radiofrequenza. Mentre nel discorso tenuto in Campidoglio nel 1903 Marconi riconosce il contributo di Calzecchi-Onesti⁽⁸⁾, nel discorso per il premio Nobel menziona solo il rivelatore del francese Branly (1844-1940). Questa dimenticanza, le rivendicazioni di Branly e le successive polemiche sorte negli ambienti scientifici europei dispiacquero molto a Calzecchi-Onesti. In occasione dello scoprimento di una lapide, nel 1935, in memoria di quest'ultimo Marconi inviò un telegramma, letto da L. Solari, nel quale è contenuto un tardivo riconoscimento dell'opera del defunto⁽⁹⁾.

Dopo il breve cenno al periodo di Livorno vediamo come Marconi stesso descrive gli esperimenti effettuati a Pontecchio: *"Nella mia casa vicino a Bologna, in Italia, cominciai all'inizio del 1895 a fare prove ed esperimenti con lo scopo di determinare se era possibile con l'uso di onde hertziane trasmettere a distanza segni e simboli telegrafici senza l'aiuto di fili di collegamento"*⁽²⁾. E prosegue: *"Dopo pochi esperimenti preliminari con onde hertziane mi convinsi molto presto che se queste onde o onde simili potessero essere trasmesse e ricevute in modo affidabile su distanze considerevoli sarebbe stato disponibile un nuovo sistema di comunicazione che avrebbe posseduto enormi vantaggi sui metodi basati sull'uso di lampi di luce e di metodi ottici che dipendono così tanto per il loro funzionamento dalla limpidezza dell'atmosfera"*⁽²⁾. Subito dopo afferma: *"Le mie prime prove furono eseguite con un ordinario oscillatore di Hertz ed un coherer di Branly come rivelatore, ma trovai presto che il coherer di Branly era troppo insicuro ed inaffidabile per un lavoro pratico"*⁽²⁾. Marconi prosegue descrivendo i perfezionamenti da lui apportati al coherer ed al sistema ricevente. Si trattava ancora di trasmissioni in onde decimetriche per le quali veniva usato l'oscillatore di Righi. Con questa disposizione, afferma Marconi, *"era possibile inviare segnali in una direzione definita, ma era inefficace se una collina o un grande ostacolo erano frapposti tra il trasmettitore ed il ricevitore"*⁽²⁾. Gli oscillatori usati da Hertz (1857-1894) e da Righi (1850-1920) producevano infatti onde ultracorte: circa 60 cm nel primo caso e più corte, sino ad 1 cm, nel caso degli esperimenti di Righi poiché per gli studi di ottica elettromagnetica compiuti dai due scienziati erano quelle le lunghezze d'onda adatte. Per trasmettere a grande distanza, questo era invece lo scopo di Marconi, egli si accorse che era necessario aumentare la lunghezza d'onda. Ottenne questo risultato aumentando la capacità elettrica dell'oscillatore. A questo punto interviene la modifica che permette a Marconi di estendere enormemente il raggio di funzionamento del suo dispositivo.

Come in seguito raccontò egli stesso a Solari nel 1901 *"...volsi aumentare la distanza fra l'apparecchio trasmittente e quello ricevente. A tale scopo decisi di abbandonare la soffitta e di eseguire le mie esperienze all'aria libera. Portai i miei apparecchi sul marciapiede della fronte della villa. Disposi tali apparecchi alla distanza di circa cinquanta metri. I risultati ottenuti continuarono ad essere costanti. Pensai allora alla possibilità di raggiungere distanze molto maggiori e volsi consigliarmi col prof. Righi per esporgli il mio progetto; egli mi accolse molto gentilmente, ma espresse però molti dubbi sulla praticità di esso. Ed invero, usando le micro-onde smorzate, senza presa di terra, come venivano allora usate dal Righi (e come erano state usate sino allora in laboratorio da Hertz), può affermarsi anche oggi che la loro propagazione sarebbe stata molto limitata. Ma, nonostante il parere poco incoraggiante di Righi, non mi perdei d'animo e proseguii nelle mie esperienze..."*⁽¹⁰⁾. Sempre secondo Solari così prosegue il racconto di Marconi: *"Nell'eseguire le mie prime esperienze all'aperto verso la fine del settembre del 1895, pensai di aumentare le dimensioni del trasmettitore nell'intento di ottenere onde più lunghe di quelle usate sino allora e cioè onde della lunghezza di 30 o 40 metri. A tale scopo posi al posto delle due sfere esterne dell'oscillatore di Righi due lastre di latta ottenute rompendo un vecchio bidone da petrolio per lume. Altrettanto feci al rivelatore. Mi accorsi allora che era possibile ottenere la ricezione delle onde elettriche alla distanza di qualche centinaio di metri. Volsi aumentare ancora tale distanza, ed a maggior distanza occorreva tenere sollevate da terra di qualche metro le lastre di latta sopra*

accennate"(11). Lo schema elettrico di questa disposizione sperimentale, riportata anche nel brevetto inglese n° 12034 del 2 giugno 1896, è riprodotta in fig. 1 ove si possono vedere le due lastre metalliche collegate allo spinterometro di Righi e non, come dice Solari, al posto dello spinterometro.

È ancora Marconi che descrive, in una conversazione riferita da Solari, come arrivò alla soluzione adatta a trasmettere a grandi distanze: "*Volli verificare che cosa avveniva aumentando ancora l'altezza di una delle lastre e posando l'altra lastra a terra. I segnali all'apparecchio divennero così forti da permettermi di aumentare la distanza sino ad un chilometro*"(12). Fu dunque una fortunata intuizione a portare Marconi a sollevare una delle due lastre e a lasciare l'altra in comunicazione con il suolo; da attento sperimentatore egli seppe sfruttare quanto aveva osservato ed aggiunge: "*pensai allora di sostituire la lastra sospesa in aria con alcuni fili di rame tenuti separati da due raggere di legno e di sostituire l'altra con una piastra di rame seppellita nella terra. L'effetto ottenuto con tale dispositivo fu impressionante. L'invenzione del dispositivo antenna-terra era fatta*"(12).

Ma vediamo come Marconi stesso descrive in modo più succinto, nella lezione Nobel, i suoi progressi: "*Nell'agosto del 1895 scopersi una nuova disposizione che non solo aumentava grandemente la distanza con la quale potevo comunicare, ma che sembrava rendere la trasmissione indipendente dagli effetti degli ostacoli frapposti. Questa disposizione consisteva nel connettere un'estremità dell'oscillatore di Hertz, o dove si produceva la scintilla, a terra e l'altra estremità ad un filo o ad una lastra posta ad una certa altezza rispetto a terra, e nel connettere nel ricevitore un'estremità del coherer a terra e l'altra ad un conduttore elevato*"(2).

Il primo oscillatore Marconi era formato da un rocchetto di Rühmkorff (1803-1877), che era stato perfezionato dal suo inventore nel 1851 e che forniva l'alta tensione ad uno spinterometro costruito da Marconi sul modello di quello di Righi. Nel dispositivo sperimentale, rispetto alla disposizione usata da Hertz e da Righi, manca il paraboloide riflettore usato per dirigere il fascio di onde generate, ma compare una grande novità: una lastra quadrata ricavata spianando approssimativamente la lamiera di un bidone di petrolio da lumi, connessa ad un'estremità dello spinterometro; l'altra estremità, come già detto, veniva collegata a terra durante gli esperimenti. La lastra sarà sostituita, negli esperimenti successivi, da un sistema di fili paralleli e, poi, da un unico filo verticale.

Lo schema elettrico dei primi apparati trasmettenti e riceventi di Marconi è riportato in fig. 2 ove si vedono, per il trasmettitore, le connessioni delle due sfere dello spinterometro a terra e ad una lastra metallica ed analogamente, per il ricevitore, le connessioni del coherer, mentre in fig. 3 è mostrata schematicamente il sistema dei fili costituenti l'antenna. Le fig. 2 e 3 sono una rielaborazione di disegni pubblicati da L. Solari (13).

Senza rendersene conto Marconi trasformò il dipolo hertziano isolato, che oscilla in mezz'onda, in un semi dipolo verticale. Righi dimostrò successivamente(14), utilizzando il principio delle immagini elettriche, che il terreno conduttore riflette il campo elettromagnetico dell'antenna marconiana formando di essa un'immagine elettrica. L'antenna e la sua immagine elettrica sotterranea costituiscono, insieme, un dipolo in mezz'onda: il conduttore che forma l'antenna è metà del dipolo e l'altra metà è nella terra. Questa seconda metà è virtuale, infatti non c'è radiazione nel sottosuolo.

L'adozione del sistema antenna-terra non è una novità assoluta. Se ne servì, alla fine del '700,

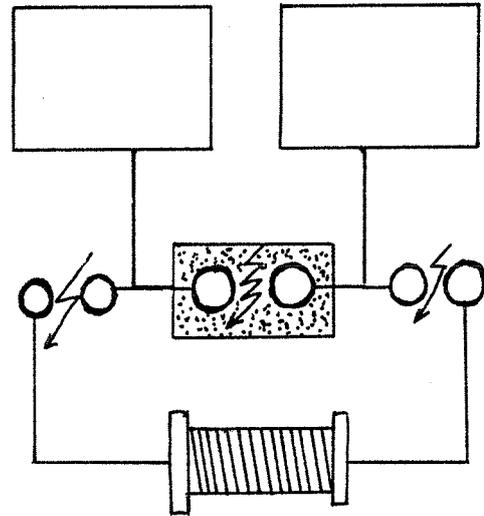


Fig. 1 - Allungamento del dipolo di Righi.

Luigi Galvani nei suoi studi sull'elettricità. La sua antenna era un "*filum ferreum longissimum*" che

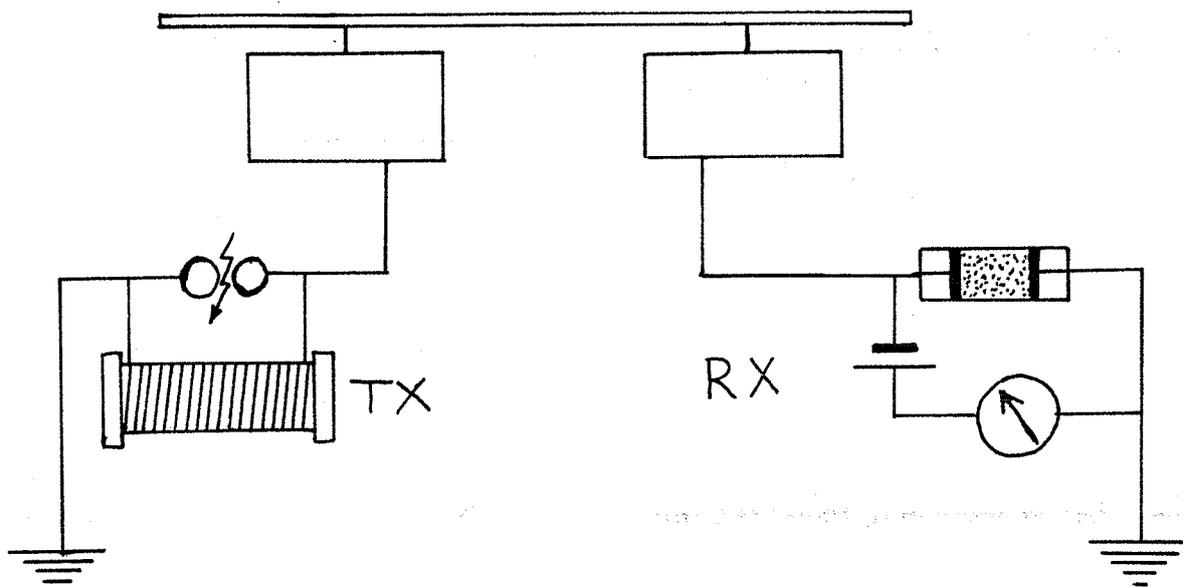


Fig. 2- Schema di uno dei primi dispositivi usati da Marconi per ottenere un radiatore ed un ricevitore senza riflettore.

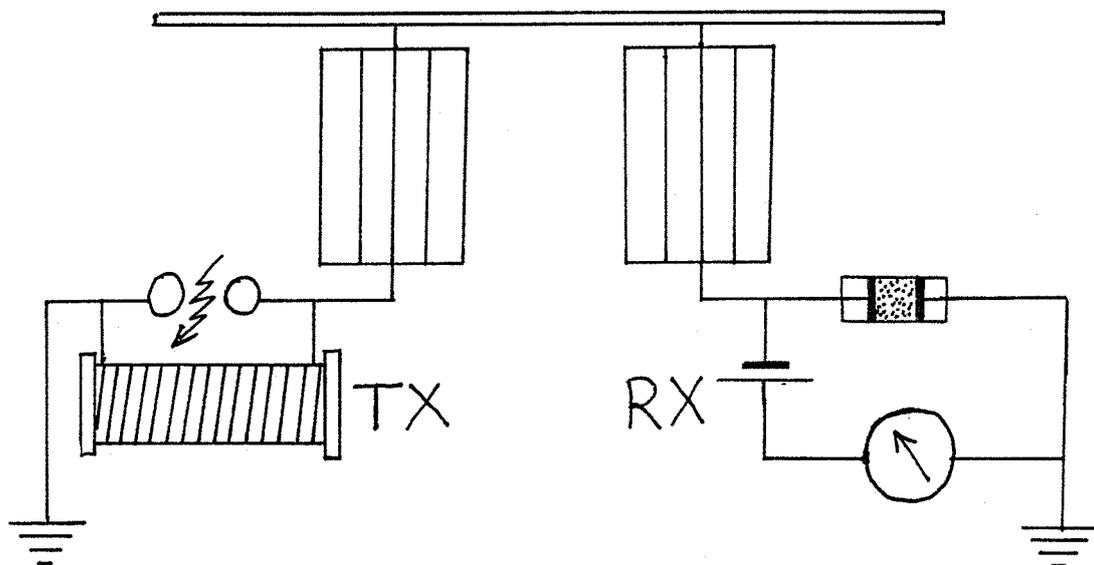


Fig. 3 - Disposizione dei fili verticali, paralleli che costituiscono l'antenna trasmittente e ricevente.

serviva a captare l'elettricità atmosferica, il suo rivelatore era costituito dal sistema nervoso e dai muscoli di una rana scuoiata, posta su di una lastra metallica, collegata ad un conduttore che finiva in un pozzo; le scariche elettriche atmosferiche venivano indicate dalle contrazioni dei muscoli della rana prima che giungesse il rumore associato alle scariche stesse.

Marconi afferma ancora nella lezione Nobel: "*iniziai successivamente ad esaminare la relazione tra la distanza alla quale il trasmettitore poteva influenzare il ricevitore e l'altezza sopra la terra dell'area capacitiva e molto presto mi accorsi che quanto più alti erano i fili o la lastra capacitiva, tanto maggiore era la distanza alla quale era possibile telegrafare*"⁽²⁾.

Marconi descrive così la relazione tra altezza da terra del sistema capacitivo e distanza raggiunta: "*trovai che usando cubi di latta di 30 cm di lato circa come conduttori elevati o capacità, posti a 2 m di altezza, io potevo ricevere segnali a 30 m di distanza, e quando li ponevo su pali alti 4*

m, ricevevo a 100 m, su pali di 8 m potevo trasmettere a 400 m. Con cubi più grandi, di 100 cm di lato, i segnali potevano essere trasmessi nel raggio di 2400 m tutto intorno"(2). Questo risultato è enunciato anche nel brevetto inglese n° 12034 del 2 giugno 1896 e prende il nome di "legge di Marconi". In termini quantitativi si può dire che la portata D è proporzionale al quadrato dell'altezza H dell'antenna, cioè

$$D = k H^2$$

ove k è una costante caratteristica di un dato sistema trasmettitore-ricevitore e può essere determinata sperimentalmente. La legge di Marconi è stata dimostrata da J. A. Fleming (1849-1945)(15).

Questa è, in breve, la storia dei primi esperimenti di Marconi il quale seppe sfruttare le acquisizioni della tecnologia della sua epoca e, con tenacia grandissima, giungere ad importantissimi risultati pratici, utili all'intera umanità.

Verso la fine del 1895 Marconi scrisse al ministro delle Poste e Telegrafi dello stato italiano offrendo la sua invenzione; ne ebbe una risposta negativa e, dopo essersi consultato con i familiari ed i parenti inglesi, decise di partire per l'Inghilterra per presentare colà la sua invenzione(16). Partì nel febbraio del 1896, dando inizio ad un'avventura che lo porterà, per molti anni, in giro per il mondo, ma.....questa è un'altra storia.

Bibliografia

- (1) L. Solari, *Marconi nell'intimità e nel lavoro*, Treves, Milano, 1940, p. 193
- (2) *Nobel Lectures – Physics 1901-1921*, Elsevier, Amsterdam, 1967
- (3) G. Tabarroni, *L'opera di Vincenzo Rosa fra Calzecchi Onesti e Marconi*, nel vol. *La conquista della telegrafia senza fili*, Nuova Alfa Editoriale, Bologna, 1987, p. 99
- (4) T. Calzecchi-Onesti, *Sulla conduttività elettrica delle limature metalliche*, Il Nuovo Cimento, Serie III, **16** (1884), pp. 58-64
- (5) T. Calzecchi-Onesti, *Sulla conduttività elettrica delle limature metalliche*, Il Nuovo Cimento, Serie III, **17** (1885), pp. 38-42
- (6) T. Calzecchi-Onesti, *Di una nuova forma che può darsi all'avvisatore microsimitico* Il Nuovo Cimento, Serie III, **19** (1886), pp. 24-26
- (7) L. Solari, *Sui mari e sui continenti con le onde elettriche*, Bocca, Milano, 1942, p. 4
- (8) G. Dragoni, *L'opera di Righi tra Calzecchi Onesti e Marconi*, nel vol. *La conquista della telegrafia senza fili*, Nuova Alfa Editoriale, Bologna, 1987, nota 16, p. 128
- (9) R. Rossi, *Il ricordo di Temistocle Calzecchi Onesti negli scritti marchigiani dal 1923 ad oggi* nel vol. *La conquista della telegrafia senza fili*, Nuova Alfa Editoriale, Bologna, 1987, p. 172
- (10) rif. (1), p. 13
- (11) rif. (1), pp. 14-15
- (12) rif. 1, p. 15
- (13) L. Solari, *Storia della radio*, Treves, Milano, 1939, p. 2 e p 13
- (14) A. Righi, B. Dessau, *La telegrafia senza filo*, Bologna, 1904, pp. 213-215
- (15) J. A. Fleming, *Principles of Electric Wave Telegraphy*, Londra, 1908, pp. 601-603
- (16) D. Paresce Marconi, *Marconi, mio padre*, Frassinelli, Milano, 1993, p. 36.

Anche quest'anno la redazione, nel formulare i migliori auguri di Buon Natale e Felice Anno Nuovo, chiede cortesemente ai lettori di confermare l'interesse a continuare a ricevere *Radioonde* nel prossimo futuro.