

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

SCRITTI

DI

GUGLIELMO MARCONI



ROMA

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

1941-XIX

RISULTATI OTTENUTI SU LUNGHISSE DISTANZE MEDIANTE LA RADIOTELEGRAFIA DIREZIONALE AD ONDE CORTE, PIU' GENERICAMENTE NOTA COME « IL SISTEMA A FASCIO » (*)

(*) Conferenza tenuta a Roma nell'Aula Magna Capitolina il 10 luglio 1924.

Nei classici esperimenti di Hertz di oltre 30 anni or sono, vennero impiegate onde elettriche cortissime.

Ma tali esperimenti, fatti alla distanza di pochi metri, avevano lo scopo di confermare praticamente la teoria di Maxwell sulla natura elettromagnetica della luce e dimostrare come le onde elettriche obbediscono alle stesse leggi di riflessione, di rifrazione, di diffrazione, alle quali è soggetta la luce.

Successivamente il nostro grande fisico, il prof. Righi di Bologna, completò scientificamente tali esperienze collo scopo di ottenere nel suo laboratorio la pratica conferma dell'ottica delle onde elettriche.

Quando mi accinsi alla realizzazione della telegrafia a distanza, mediante l'impiego delle onde elettriche, nella mia villa a Bologna, nel 1895, ottenni la trasmissione e la ricezione di segnali telegrafici attraverso una distanza di circa 2 chilometri mediante un sistema di radiazione a fascio, con onde corte e riflettori, mentre, circostanza curiosa, per mezzo dell'antenna verticale, io potevo solo ottenere a quel tempo segnali non al di là di una distanza inferiore ad un solo kilometro.

Tali risultati io dimostrai praticamente 28 anni or sono, quando andai per la prima volta in Inghilterra, a Sir William Preece, allora ingegnere capo dell'Amministrazione postale e telegrafica britannica.

Grazie alla cortesia del Governo inglese, mi venne recentemente favorita una copia della relazione ufficiale di quelle prime esperienze, la quale dal punto di vista tecnico e storico, ed anche alla luce di recenti risultati, costituisce un documento interessantissimo.

Il progresso ottenuto successivamente col sistema ad onde lunghe fu così rapido, così relativamente agevole e così impressionante, che deviò ogni ulteriore ricerca sulle onde corte; e ciò è da deplorarsi, perchè recentemente si è scoperto che queste onde, le uniche che possano in pratica venir proiettate in fasci in determinate direzioni, sono capaci di fornire risultati non conseguibili mediante l'impiego delle frequenze più basse usate sino ad oggi nelle radiocomunicazioni a grandi distanze.

Sir William Preece espose i miei primi risultati alla riunione della British Association for the Advancement of Science nel settembre 1896, ed anche in una sua conferenza dinanzi alla Royal Institution a Londra il 4 giugno 1897.

Il 3 marzo 1899 io trattai più diffusamente la questione in una mia Memoria, da me letta all'Istituto degli Ingegneri Eletttricisti di Londra. Su tale Memoria mi permetto di richiamare la vostra attenzione.

In quella conferenza io potei dimostrare la possibilità di proiettare un fascio di raggi elettrici in una sola direzione, anzichè irradiare tali raggi circolarmente, in modo da non influenzare alcun ricevitore situato fuori dell'angolo di propagazione del fascio.

Nel descrivere le esperienze eseguite alla presenza degli Ingegneri dell'Amministrazione postale britannica a Salisbury, dimostrai la possibilità di assicurare il modo alle navi circondate dalla nebbia di individuare i punti più pericolosi delle coste.

Io mostrai altresì che, mediante un fascio di onde riflesse e proiettate attraverso la sala ove tenevo la conferenza, un ricevitore telegrafico poteva venir azionato solamente quando l'apertura del riflettore trasmittente veniva diretta verso il ricevitore.

Fin da quelle prime esperienze di oltre venti anni or sono e per un lungo successivo periodo di anni, per quanto io abbia potuto indagare, nessuna pratica ricerca fu effettuata, o almeno pubblicata, in merito all'applicazione di onde cortissime nelle radiocomunicazioni.

Le ricerche in questo campo non sembravano nè facili nè promettenti: l'impiego di riflettori di dimensioni ragionevoli presupponeva l'uso di onde della lunghezza di pochi metri, le quali con i mezzi allora a nostra disposizione erano di difficile produzione; fino ad un'epoca relativamente recente la potenza che poteva venir irradiata con tali onde era assai ridotta. Perciò, e per la supposta alta attenuazione di tali onde attraverso lo spazio, si ottennero risultati che sembravano piuttosto scoraggianti.

Pochi anni or sono, e precisamente durante la guerra, io non potei fare a meno di intuire che forse ci eravamo messi in un vicolo cieco limitando praticamente tutte le nostre ricerche e tutti i nostri sforzi, nell'impiego di onde lunghe. Tale mia persuasione era confortata dal ricordo che durante i miei primissimi esperimenti del 1895 e del 1896, io avevo ottenuto promettenti risultati su brevi distanze con onde di qualche centimetro.

Le ricerche in questo campo vennero da me riprese nuovamente in Italia, a Genova, nel 1916, con il proposito di utilizzare raggi di onde riflesse per taluni scopi di guerra. Io ero allora grandemente compenetrato dell'idea dei possibili vantaggi che un tale sistema avrebbe potuto assicurare rendendo minime le eventualità di intercettazione da parte del nemico e riducendo grandemente le interferenze reciproche fra le nostre stazioni.

Nelle prove successive io fui assistito dalla preziosa collaborazione del sig. C. S. Franklin.

La Regia Marina Italiana gentilmente mi fornì delle facilitazioni per la esecuzione di alcune mie prove a Livorno.

In una conferenza da me tenuta dinanzi alle Assemblee riunite dell'American Institute of Electrical Engineers e dell'Institute of Radio Engineers a Nuova York il 20 giugno 1922, nella quale io esposi i risultati ottenuti fino a quel giorno da me e dai miei assistenti, io espressi l'opinione che era molto da rammaricarsi di aver tanto trascurato lo studio delle caratteristiche e delle proprietà delle onde corte e della loro adattabilità ai metodi direttivi, e misi in evidenza il fatto che moltissimi importanti problemi delle radiocomunicazioni potevano essere risolti solamente con l'impiego del sistema direttivo di onde corte.

I riflettori usati oggi per questo sistema non sono costituiti da lamiera metalliche, come quelle impiegate nei miei primi esperimenti del 1896 ma essi sono costituiti da un numero relativamente piccolo di fili paralleli all'antenna e disposti su di una curva parabolica sulla cui linea focale trovasi l'antenna trasmittente o ricevente.

Tale dispositivo si è dimostrato subito assai pratico ed ha assicurato risultati assai superiori a quelli conseguiti con riflettori a lamiera metalliche.

Dal 1916 in poi, vari brevetti sono stati presi da me e dal sig. C. S. Franklin, e nel più recente di questi il sig. Franklin descrive un dispositivo nel quale i fili dell'antenna e quelli del riflettore sono disposti in un piano verticale e paralleli fra loro: gli aerei o antenne vengono alimentati simultaneamente dal trasmettitore ad un certo numero di punti di collegamento attraverso un sistema speciale di alimentazione che assicura che la fase delle oscillazioni sia la stessa in tutti i fili.

È stato dimostrato dal calcolo e confermato dall'esperienza, che l'effetto direttivo di un tale dispositivo è funzione delle sue dimensioni in reazione alla lunghezza d'onda impiegata.

Durante i miei esperimenti del 1916, io usai un trasmettitore a scintilla a circuiti accoppiati ed un ricevitore a cristallo. I riflettori impiegati erano costituiti da un certo numero di fili sintonizzati alla lunghezza d'onda impiegata e situati lungo una superficie cilindrica parabolica, sulla cui linea focale era situato l'aereo.

Furono provati riflettori con aperture variabili fino a 3 e 1/2 di lunghezze d'onda e le curve polari misurate concordavano con quelle desunte dal calcolo.

Gli esperimenti eseguiti in Italia dimostrarono che si poteva sempre ottenere un buon effetto direttivo proporzionando adeguatamente i riflettori alla lunghezza d'onda impiegata; con gli apparecchi allora disponibili si ottenne una portata di circa 10 chilometri.

Gli esperimenti furono proseguiti a Carnarvon nel Galles durante il 1917 con l'introduzione di altri miglioramenti; e mediante l'impiego di un riflettore alla stazione trasmittente, si ottenne, con una lunghezza d'onda di 3 metri, una portata di oltre 32 chilometri.

Nel 1919 furono eseguiti nuovi esperimenti a Carnarvon ed in questi il sig. Franklin riuscì ad impiegare tubi elettronici o valvole termoioniche per la generazione di onde cortissime, il cui scopo era allora quello di creare un sistema radiotelefonico direttivo.

In successivi esperimenti, impiegando onde di 15 metri, la voce fu ricevuta con intensità e chiarezza nel Porto di Kingston a una distanza di circa 125 chilometri da Carnarvon.

Tali esperimenti furono ripetuti su di una distanza di circa 155 chilometri attraverso terra tra Hendon e Birmingham. L'energia fornita alle valvole era in quel caso di circa 700 watt, e la voce ricevuta era intensa e di buona qualità.

La grande efficienza dei riflettori fu dimostrata per mezzo di misure che provarono che il valore medio dell'energia ricevuta impiegando ambo i riflettori alla trasmissione ed alla ricezione, era 200 volte maggiore dell'energia ricevuta senza l'uso di riflettori.

Nell'aprile, maggio e giugno dell'anno scorso fu eseguita sotto la mia direzione una serie di esperimenti a grande distanza fra una piccola stazione sperimentale situata presso Poldhu nella Cornovaglia ed un ricevitore disposto a bordo del panfilo *Elettra*.

Gli scopi principali di tali esperimenti erano:

1. Accertare la regolarità della trasmissione dei segnali usando onde di circa 100 metri attraverso notevoli distanze, con o senza l'uso di un riflettore trasmittente.
2. Investigare le condizioni che influenzano la propagazione delle onde corte, ed accertare la massima portata conseguibile con sicurezza di giorno e di notte, in relazione alla potenza ed alla lunghezza d'onda impiegata alla stazione trasmittente.
3. Investigare e determinare l'angolo del settore di irradiazione del fascio, allorchando viene impiegato un riflettore trasmittente; e ciò specialmente in relazione alla possibilità di stabilire dei servizi radiotelegrafici direttivi a grandi distanze.

Durante gli esperimenti condotti sul panfilo *Elettra* non si poté impiegare alcun riflettore ricevente; perciò l'intensità dei segnali ricevuti, nonché le portate ottenute, debbono essere state considerevolmente inferiori a quelle che si sarebbero potute conseguire se fosse stato possibile impiegare una stazione ricevente fissa munita di un adeguato riflettore.

Fino ad oggi l'opinione generale prevalente fra la maggioranza dei tecnici, nei riguardi del comportamento delle onde corte, era la seguente:

1. Che la loro portata durante il giorno fosse corta e variabile.

2. Che le portate notturne fossero notevolmente e capricciosamente variabili ed assolutamente troppo poco sicure per poter permettere il regolare funzionamento di un servizio commerciale.
3. Che qualsiasi considerevole interposizione di terra riducesse considerevolmente la portata di trasmissione.

Le ricerche da me eseguite tra Poldhu e l'*Elettra* nell' Atlantico dimostrarono, con precisi risultati ottenuti, che le opinioni sopra menzionate debbono ritenersi errate, almeno nei riguardi di onde di circa 100 metri di lunghezza.

Infatti abbiamo constatato:

1. Che le portate conseguite di giorno non sono affatto trascurabili e per di più sono regolari.
2. Che le portate conseguite di notte sono assai maggiori di quelle da chiunque e da me stesso previste in passato, e senza dubbio notevolmente superiori alla massima distanza alla quale giunse la crociera dell' *Elettra*.
3. Che l' interposizione di ampie parti di continenti non crea alcun serio ostacolo alla propagazione di queste onde.

Nel corso di queste prove noi scoprimmo che non è affatto esatto di definire semplicemente come portata diurna le distanze coperte durante il giorno chiaro, poichè l'intensità dei segnali ricevuti durante le ore della luce diurna varia esattamente e regolarmente in conformità coll'altezza media del sole sulla regione interposta fra le due stazioni.

Questa scoperta fondata sui risultati ottenuti, giustifica la deduzione che le nostre ricerche furono condotte nel periodo più sfavorevole dell'anno per le trasmissioni diurne, poichè esse ebbero luogo nei mesi di maggio e giugno ed in parte fra i tropici e cioè quando il sole raggiunse le sue massime altezze nell'emisfero settentrionale, ed ebbero luogo in vicinanza dell' Africa Occidentale, che è una delle regioni più difficili a valicarsi.

Forse uno dei più notevoli risultati scientifici del lavoro sperimentale compiuto a bordo dell' *Elettra* fu quello di accertare con assoluta sicurezza che il coefficiente della ben nota formula di Austin per la propagazione delle onde è difettoso quando applicato ai fenomeni relativi alle onde corte.

Si rammenterà che il fattore di assorbimento è un esponenziale della forma e^{-x} , dove x , indice negativo, è dato da Austin come il prodotto di una costante moltiplicata per il rapporto fra la distanza tra le stazioni e la radice quadrata della lunghezza d'onda impiegata.

Nei recenti anni, vari scienziati hanno suggerito per tale costante dei valori leggermente modificati ed hanno anche proposto di assegnare ad essa valori diversi per le comunicazioni diurne e per quelle notturne basandosi sul così detto effetto notturno, che io scoprii sin dall'inizio del 1922.

Dalle nostre misure ed osservazioni risulta che, per onde corte dell'ordine di 100 metri, tale costante deve essere sostituita da una variabile, la quale è funzione lineare dell'altezza media del sole, calcolata sull'arco di circolo massimo che congiunge le due stazioni.

In altre parole, il coefficiente di assorbimento è una funzione del tempo, della stagione e della rispettiva posizione geografica delle stazioni corrispondenti: esso può oggi essere facilmente determinato per lunghezze d'onda dell'ordine di 100 metri.

Le nostre ricerche hanno provato che le onde corte si comportano nella loro propagazione in modo del tutto diverso dalle onde lunghe, e che il periodo di minore intensità al tramonto e all'alba seguito da un periodo di

maggior intensità nei segnali, quale si osserva con le onde lunghe a grande distanza, non ha luogo invece nel caso delle onde corte.

È risultato anche evidente che, probabilmente, non vi è una netta demarcazione di comportamento tra le onde lunghe e quelle corte, e che, ad esempio, la variazione di comportamento tra le onde corte, di 100 metri, e tra quelle lunghe, di 10.000 metri, può avvenire attraverso ad un lento processo di trasformazione.

Per quanto si riferisce agli intrusi ed in generale ai disturbi atmosferici, questi abitualmente ci sembravano durante il giorno meno intensi di quelli riscontrati usando le onde più lunghe, finora impiegate nella radiotelegrafia.

Durante la notte, anche quando eravamo a S. Vincenzo, Isole del Capo Verde, situato a 4130 chilometri di distanza da Poldhu ed in vicinanza del centro dei tropici, l'intensità dei segnali ricevuti era così forte, che assolutamente nessuno degli intrusi o degli atmosferici interferì in alcun modo colla ricezione precisa dei segnali e dei telegrammi trasmessi da Poldhu.

Durante le prove eseguite con l'*Elettra* con un'onda di 97 metri, il trasmettitore di Poldhu era costituito da 8 valvole termoioniche del mio tipo, alimentate da un'energia di 12 kilowatt. La potenza irradiata dall'aereo era di circa 9 kilowatt. Il riflettore parabolico concentrava la energia verso Capo Verde e produceva in quella direzione una intensità di campo che avrebbe richiesto, qualora l'aereo non fosse stato munito di riflettore, una potenza di circa 120 kilowatt.

Ai fini di queste ricerche fu installato a bordo dell' *Elettra* in aggiunta al complesso radiotelegrafico ordinario, un ricevitore speciale munito di aereo indipendente.

L'aereo ricevente consisteva in un filo verticale la cui estremità superiore si trovava ad una altezza di 20 metri al disopra del livello del mare.

Il ricevitore consisteva in un circuito di aereo, un circuito intermedio chiuso con condensatore, un circuito atto a variare la frequenza, due stadi di amplificazione sintonizzati ad alta frequenza ed una valvola rivelatrice auto-eterodina alla quale potevano aggiungersi due stadi di amplificazione a bassa frequenza. .

Dopo avere eseguito alcuni esperimenti preliminari nel Porto di Falmouth, il giorno 11 aprile l'*Elettra* salpava per Capo Finisterre (Spagna).

Una prima serie di esperimenti fu eseguita senza il riflettore di trasmissione.

Dopo aver sorpassato Capo Finisterre, si prevedeva che la terra interposta avrebbe arrestato i segnali trasmessi durante il giorno e li avrebbe altresì diminuiti notevolmente d'intensità durante la notte.

Queste previsioni non si verificarono.

I segnali durante il giorno si indebolirono proporzionalmente alla distanza ed all'altezza del sole, ma vennero ricevuti bene fino a Siviglia, (1444 chilometri da Poldhu), quantunque praticamente l'intera Spagna, vale a dire oltre 600 chilometri di terreno alto e montagnoso, forse interposta fra la stazione ricevente e quella trasmittente.

I segnali di notte erano sempre così forti da sembrare quasi altrettanto potenti quanto quelli ricevuti allorquando l'*Elettra* era ancorata nel Porto di Falmouth, cioè a soli 20 chilometri da Poldhu.

Si osservi che l'*Elettra* era ancorata nel fiume Guadalquivir, in una posizione particolarmente sfavorevole per la ricezione dei segnali, poichè le sponde circostanti del fiume erano assai alte e coperte da alberi e da fabbricati.

A Gibilterra (1518 chilometri da Poldhu) nonostante la maggiore distanza, si notò una migliore intensità dei segnali durante le ore del giorno, probabilmente a causa del fatto che *'Elettra* era ancorata in uno spazio più aperto e perciò, in posizione più favorevole.

Risultati simili furono ottenuti anche a Tangeri (1555 chilometri da Poldhu) ed a Casablanca (1796 chilometri da Poldhu).

Trovo quasi superfluo riferirmi ai segnali notturni, poichè questi erano sempre ed in ogni luogo, durante l'intera crociera, straordinariamente forti e capaci di venir ricevuti in ogni tempo senza l'impiego dell'amplificatore o coll'aereo fuori di sintonia, o sconnesso, o senza eterodina.

Da Casablanca inviai istruzioni telegrafiche a Poldhu affinché venissero innalzati gli aerei a riflettore.

L' *Elettra* quindi proseguì la sua rotta per Madeira, ma a Funchal fu obbligata ad ancorarsi in una posizione assai sfavorevole per la ricezione dei segnali radiotelegrafici dall'Inghilterra, e cioè, alla lontana estremità dell'Isola ed immediatamente sotto le montagne di Madeira, alcune delle quali si innalzano a circa 2000 metri.

Il 17 maggio furono ripresi gli esperimenti fra Poldhu e *'Elettra*, ma, quantunque i segnali notturni fossero come sempre estremamente forti, io ritenni desiderabile seguire esperimenti diurni in una posizione non così completamente schermata dalla immediata vicinanza delle montagne.

Così fu scoperto che si potevano ricevere di giorno da Poldhu i segnali fino a 2200 chilometri di distanza allorquando detta stazione usava 12 Kw. di energia.

Al 21 maggio salpammo per S. Vincenzo delle Isole del Capo Verde, e, quantunque anche a S. Vincenzo il nostro ancoraggio fosse in posizione in parte schermata dalle montagne, la ricezione diurna era ancora possibile per alcune ore dopo l'alba e per qualche tempo prima del tramonto.

I segnali notturni continuarono ad arrivare sempre da Poldhu con intensità apparentemente non affievolita, nonostante che la nostra distanza fosse aumentata a circa il doppio di quella di Madeira, vale a dire a circa 4130 chilometri da Poldhu.

A S. Vincenzo come a Madeira, i segnali di Poldhu potevano venir ricevuti con l'aereo sconnesso, o con l'eterodina e con l'amplificatore a bassa frequenza inattivi.

Fu calcolato che l'intensità dei segnali notturni a S. Vincenzo fosse nell'aereo dai 400 ai 500 microvolt per metro: con tale intensità sulla lunghezza d'onda da noi impegnata, nessun disturbo fu mai riscontrato a causa di scariche elettriche od intrusi. Invero, per maggior convenienza, tutti i telegrammi da Poldhu furono ricevuti con l'aereo fuori di sintonia o staccato dal ricevitore.

A S. Vincenzo i segnali ricevuti dalla stazione di Leafield della Amministrazione postale britannica, *che impiega 200 kw.*, erano deboli e spesso illeggibili; perciò io detti istruzioni affinché tutti i radiotelegrammi a me diretti venissero trasmessi per mezzo della nostra piccola stazione sperimentale ad onde corte di Poldhu della potenza di soli 12 Kw.

Non riscontrammo mai nessuna difficoltà nella ricezione accurata di questi telegrammi.

Poichè, a causa della necessità del mio ritorno in Inghilterra fu deciso di non continuare questi esperimenti a distanze ancora maggiori, detti istruzioni a Poldhu di ridurre gradualmente la potenza da 12 Kw. sino a 1 Kw., ma, anche con questa piccola potenza, i segnali ricevuti da S. Vincenzo restavano ancora più intensi di quanto sarebbe stato necessario per lo svolgimento di un servizio commerciale a tale distanza. Il mio assistente sig. Mathieu ha calcolato che i segnali sarebbero stati ancora leggibili a S. Vincenzo, anche se la potenza di Poldhu fosse stata ridotta ad *un decimo di Kw.*

Posso aggiungere che i segnali notturni ricevuti a S. Vincenzo, anche quando Poldhu impiegava un solo Kw. erano assai più forti di quelli ricevuti da Carnarvon (che impiega 250 Kw.) o di quelli che potevano essere ricevuti a S. Vincenzo sia a Madeira, da una qualsiasi delle altre stazioni ultrapotenti Europee ed Americane. Non sembra che i segnali notturni o diurni fossero soggetti a lunghe variazioni di intensità nè tendenti a dare risultati capricciosi. I risultati ottenuti potevano sempre essere ripetuti sulle stesse distanze e sotto le medesime condizioni relativamente all'altezza del sole.

Furono costantemente osservate brevi variazioni periodiche di intensità, aventi meno di un minuto di durata, ma io credo che queste variazioni fossero originate principalmente da leggere alterazioni nella lunghezza d'onda, determinate da imperfezioni dei dispositivi impiegati a Poldhu ed anche dai movimenti e dal rullio della nave.

Quantunque l'alba a S. Vincenzo avesse luogo tre ore più tardi che a Poldhu, durante il periodo degli esperimenti nulla si osservò che tendesse ad indicare l'esistenza dei periodi di minima intensità, così notevoli in circostanze simili nella radio ricezione tra l'Europa ed il Nord America, con le stazioni attualmente in uso.

I risultati di questi esperimenti furono sufficienti a persuadermi che sarebbe possibile condurre servizi commerciali sicuri per una gran parte delle 24 ore su distanze di almeno 4200 chilometri, utilizzando soltanto un Kw. circa di potenza alla stazione trasmittente.

Tali risultati, veramente straordinari, furono così incoraggianti che io decisi di dedicare al nuovo sistema i miei più profondi studi.

La stazione di Poldhu fu alquanto perfezionata e la potenza impiegata venne accresciuta fino a circa 20 Kw. Dal febbraio di quest'anno un'ulteriore serie di ricerche ha avuto luogo su portate che comprendono le massime distanze separanti due qualsiasi località del globo.

Uno speciale ricevitore per onde corte fu installato a bordo del piroscafo *Cedric*, e vennero fatti esperimenti di ricezione da Poldhu dal mio assistente signor Mathieu durante un viaggio fino a New York e durante il ritorno. Nessun riflettore fu impiegato in tali esperimenti.

Per gli esperimenti sul *Cedric* la lunghezza d'onda era di 92 metri: ed il trasmettitore comprendeva due speciali valvole raffreddate ad olio e comandate da un circuito oscillante indipendente, per garantire la costanza assoluta della lunghezza d'onda. La potenza fornita alle valvole principali era di 21 Kw., dando una potenza irradiata di circa 17 Kw.

Questi esperimenti furono eseguiti allo scopo di completare le nostre osservazioni circa il comportamento generale delle onde corte attraverso grandi distanze.

I risultati mostrarono che a bordo del *Cedric* i segnali potevano essere ricevuti durante il giorno fino ad una distanza di 2500 chilometri e confermano che l'intensità dei segnali varia conformemente all'altezza media del sole in qualsiasi momento. Come conseguenza di ciò, i limiti di distanza dei segnali ottenuti di giorno sul *Cedric* erano più grandi di quelli osservati durante la crociera dell' *Elettra*, poichè l'altezza media del sole era assai minore in quel periodo dell'anno sulla particolare rotta del *Cedric*, che non fosse quella relativa alla rotta assai più meridionale seguita dall' *Elettra* nei mesi di maggio e giugno.

Segnali di forte intensità furono sempre ricevuti a Long Island (Nuova York) durante le ore in cui l'oscurità si distendeva sull'intera distanza che separa New York da Poldhu e di minore intensità per un ulteriore periodo, allorché il sole era sopra l'orizzonte ad una delle estremità. L'intensità dei segnali subiva variazioni regolari inversamente proporzionali all'altezza media del sole sull'orizzonte.

Secondo le misure eseguite dal sig. H. H. Beverage, Ingegnere Capo del Reparto Ricerche della Radio Corporation d'America, l'intensità media dei segnali a New York era di 90 microvolt per metro d'aereo.

Alcuni giorni prima dell' inizio di queste prove fra Poldhu e il *Cedric* avevo richiesto telegraficamente agli Ingegneri Capi della Amalgamated Wireless (Australasia) Ltd. della Marconi's Wireless Telegraph, Company of Canada Ltd e della Radio Corporation of America, di tentare di ricevere nei loro rispettivi paesi le trasmissioni irradiate da Poldhu.

Debbo confessare la sorpresa che ebbi nel ricevere dal sig. Ernest T. Fisk, l' Amministratore Delegato della Amalgamated Wireless (Australasia) Ltd., un rapporto telegrafico, nel quale mi informava che egli poteva ricevere le trasmissioni da Poldhu in casa sua, a Sydney, tutti i giorni perfettamente bene dalle 5 alle 9 pomeridiane, ora Greenwich, ed anche fra le 6,30 e le 8,30 antimeridiane. Egli mi informava altresì che, per la maggior parte del tempo, i segnali erano chiari, uniformi ed intensi e venivano rilevati da un ricevitore improvvisato formato da due stadi di alta frequenza a sintonia anodica e di griglia e un rettificatore. Egli aggiungeva di aver ricevuto ogni parola trasmessa e di aver constatato che i segnali erano migliori di quelli che aveva sino allora ottenuti dalla stazione ultrapotente di Carnarvon.

Questi esperimenti con l'Australia vennero proseguiti durante il mese di maggio di quest'anno e si ottennero sempre risultati altrettanto buoni in due stazioni riceventi situate in prossimità di Sydney in Australia.

Sembra evidente, se consideriamo la posizione e l'altezza del sole che, durante il periodo mattutino, le onde viaggiano dall'Inghilterra all' Australia partendo in direzione occidentale, attraversando gli Oceani Atlantico e Pacifico, percorrendo la via più lunga che è di circa 22.630 chilometri, mentre, nel periodo serale, esse viaggiano in direzione orientale, attraverso l'Europa e l'Asia, per la via più corta, che è di circa 17.400 chilometri.

Nel Canada, a Montreal, la ricezione fu trovata possibile durante, 16 ore sulle 24.

Questi risultati furono così incoraggianti, che io volli tentare un esperimento di radiotelegrafia fra l'Inghilterra e l' Australia.

Con dispositivi alquanto sperimentali installati a Poldhu, *la parola parlata, per la prima volta nella storia, venne intelligentemente trasmessa dall' Inghilterra a Sydney, nell'Australia, il venerdì 30 maggio di quest' anno.*

Nella prova telefonica con l'Australia si impiegarono valvole a raffreddamento ad olio, sia quali oscillatrici, sia quali modulatrici. La lunghezza d'onda fu di 92 metri e venne impiegato un circuito oscillante indipendente per il comando delle valvole principali.

La potenza totale fornita alle valvole era di circa 28 Kw., divisi come segue: 18 alle valvole principali, 8 alle valvole modulatrici e 2 alle valvole dell'oscillatore indipendente. Non fu impiegato alcun riflettore.

Il trasmettitore ad onde corte è stato continuamente perfezionato a Poldhu: per utilizzare una notevole potenza si sono dovuti studiare e perfezionare circuiti atti a mettere efficientemente parecchie valvole in parallelo; inoltre, la sistemazione di valvole speciali intese a mantenere costante la lunghezza d'onda, ha richiesto anche l'applicazione ed il perfezionamento del circuito oscillatore indipendente. Questi problemi sono stati felicemente risolti, e la produzione di trasmettitori che utilizzano potenze dell'ordine di 50 Kw. oggi non presenta alcuna difficoltà.

La piena riuscita dell'esperimento sin dall'inizio produsse la più grande soddisfazione in me e nel signor Franklin che eravamo alla stazione trasmittente di Poldhu, e nel signor Fisk che era alla stazione ricevente di Sydney in Australia.

I risultati ottenuti fra l'Inghilterra e l'Australia costituiscono un massimo nei riguardi del rapporto fra la distanza e la lunghezza d'onda; poichè Sydney, per la via più corta, si trova ad una distanza di circa 189.000 lunghezze d'onda da Poldhu.

A mio parere sembra dimostrato esaurientemente che riflettori opportunamente calcolati, anche se di dimensioni relativamente modeste, aumenteranno enormemente l'intensità e l'efficienza dei segnali.

Ciò non può che aumentare la sicurezza delle comunicazioni, oltre che accrescere il numero di ore durante le quali sarà possibile far servizio con paesi molto distanti.

Inoltre l'uso di riflettori di ricezione assicurerà i maggiori vantaggi al pratico servizio; poichè essi, mentre moltiplicano l'intensità delle onde ricevute, riducono, in pari tempo, ogni interferenza causata, sia dalla elettricità atmosferica, sia dalle altre stazioni; a meno che, naturalmente, la direzione da cui l'interferenza proviene non coincida esattamente con quella della stazione corrispondente.

La moltiplicazione della potenza dovuta alla concentrazione dell'energia stessa per effetto direttivo è stata accuratamente calcolata dal sig. Franklin, e le prove fatte a Poldhu hanno pienamente confermato i suoi calcoli.

A Poldhu fu provato sperimentalmente un aereo munito di riflettore alto mezza lunghezza d'onda e largo tre lunghezze d'onda; l'aereo veniva alimentato in 4 punti diversi. Si trovò che il fattore di amplificazione polare orizzontale era di circa 30.

Il signor Franklin ritiene che possono essere enunciate le seguenti leggi generali relative ai suddetti aerei:

1. Il rapporto fra la perdita per irradiazione e la perdita per resistenza ohmica, e pertanto il rendimento, rimane costante per tutte le dimensioni dell'aereo alla stessa frequenza. Il rendimento è molto elevato e può facilmente essere dell'ordine dell' 80 %.
2. Il decremento naturale dell'aereo è molto alto e rimane costante qualunque sia la sua estensione, purchè il rapporto fra l'induttanza e la resistenza dell'aereo rimanga costante.
3. La massima magnificazione per una data superficie del sistema aereo si ottiene disponendo di uguali superfici di sistema aereo al trasmettitore ed al ricevitore. Così, un aereo della superficie di 20 lunghezze d'onda quadrate al trasmettitore o al ricevitore dà una magnificazione di 200; ma se la stessa superficie viene divisa in due aerei l'uno al trasmettitore e l'altro al ricevitore, e cioè se si impiega a entrambe le stazioni una superficie d'aereo di 10 lunghezze d'onda quadrate, si ottiene una magnificazione di 10.000.
4. Per una data superficie di aereo al trasmettitore ed al ricevitore, la magnificazione cresce in ragione della quarta potenza della frequenza impiegata. Così, supponendo di avere aerei larghi un chilometro ed alti cento metri al trasmettitore ed al ricevitore, ciascuno di essi avrebbe una superficie di dieci lunghezze d'onda quadrate per l'onda di 100 metri, ed essi produrrebbero una magnificazione complessiva di 10.000.

Per una lunghezza d'onda metà nella precedente, cioè di 50 metri, ciascun aereo avrebbe una superficie di 40 lunghezze d'onda quadrate e si avrebbe una magnificazione complessiva dei segnali di 160.000.

Resta ancora da assodare sino a quali portate questa legge della quarta potenza possa riuscire a compensare la probabile maggiore attenuazione delle onde più corte.

L'energia che può essere utilizzata in questi aerei è enorme, e credo che non sarà mai necessario raggiungere i limiti massimi della loro capacità.

È pure possibile di sovrapporre varie lunghezze d'onda e, perciò, di disimpegnare molteplici servizi simultanei, sullo stesso aereo.

Non si deve perdere di vista che altissime velocità di trasmissione sono possibili soltanto con l'impiego di onde corte, mentre velocità dello stesso ordine sono assolutamente irraggiungibili, per ora, con le onde lunghe, oggi in uso generale per le radiocomunicazioni a grande distanza.

In altre parole, io potrei affermare che non esiste alcuna ragione teorica perchè, con una frequenza di 3.000.000 qual'è quella delle oscillazioni di un'onda di 100 metri, la velocità di trasmissione non possa essere cento volte maggiore di quella raggiungibile con una frequenza di un'onda dell'ordine di quelle impiegate in alcune delle grandi stazioni attualmente in esercizio.

Dal 12 al 14 giugno di quest'anno altri importanti esperimenti furono condotti tra Poldhu ed una piccola stazione ricevente a Buenos Aires nell' Argentina, la cui distanza è di 10.780 chilometri da Poldhu.

In questa prova radiotelegrafica la lunghezza d'onda era di metri 92 e la potenza fornita alle valvole principali di 21 Kw. Ciò dava una irradiazione di 17 Kw. Fu impiegato il riflettore parabolico per concentrare l'energia verso il Sud America: e si ottenne una intensità del campo in quella direzione eguale a quella che avrebbe richiesto una irradiazione di circa 300 Kw., dall'aereo, qualora non si fosse usato il riflettore.

Nonostante che molti dei dispositivi impiegati fossero ben lungi dalla perfezione, a Buenos Aires si ricevettero segnali fortissimi per oltre 10 ore ciascun giorno.

Furono inviati telegrammi dal Ministro Argentino dell' Agricoltura, dottor Le Breton, il quale si trovava a Londra, al Ministro della Guerra Generale Justo a Buenos Aires, ed ogni telegramma trasmesso fu ricevuto correttamente alla prima trasmissione.

Alla fine degli esperimenti ricevetti una comunicazione del Comitato argentino, che esercisce i servizi radiotelegrafici, per mezzo della propria stazione ultrapotente, con l'Europa e con gli Stati Uniti di America, con la quale comunicazione fui informato che i segnali da Poldhu, trasmessi con questo nuovo sistema, venivano ricevuti a Buenos Aires, con tale regolarità e con tale straordinaria intensità da permettere il funzionamento di un servizio a qualsiasi velocità.

Il suddetto Comitato mi espresse la proposta di installare immediatamente nell' Argentina il nuovo sistema, il quale, a suo parere, potrà smaltire in sei ore un traffico più del doppio di quello che attualmente si può smaltire in 20 ore con l'attuale stazione ultrapotente.

Anche a Rio de Janeiro, nel Brasile, furono ottenuti eccellenti risultati.

Tutti questi risultati sono stati da me pure esposti in una conferenza tenuta il 2 di questo mese alla Royal Society of Arts a Londra; e su quella mia conferenza mi permetto di richiamare l'attenzione degli studiosi.

Tutti questi risultati, molti dei quali hanno grandemente sorpassato le mie aspettative, mi persuadono che, per mezzo di questo sistema si potranno installare stazioni economiche ed efficaci di piccola potenza, capaci di mantenere servizi diretti ad alta velocità con le parti più distanti del globo, durante un notevole numero fisso di ore al giorno.

Oltre a ciò, sono del parere che, per mezzo di queste stazioni relativamente piccole, si potrà trasmettere fra l'Italia e le sue più lontane Colonie un numero di parole assai maggiore nelle 24 ore, di quanto non sarebbe possibile raggiungere per mezzo delle stazioni poderose e dispendiose sinora in uso.

Occorre non trascurare un altro particolare vantaggio di questo sistema. Poichè stazioni lontane situate soltanto entro un certo angolo o settore del fascio di irradiazione sono capaci di ricevere i segnali trasmessi, questa condizione implica una relativa segretezza di comunicazione, non ottenibile con altro sistema di

radiotelegrafia o radiotelefonica: ciò può risultare di grande importanza in tempo di guerra, e può permettere che un numero considerevolmente maggiore di stazioni possa funzionare simultaneamente, producendo la possibilità di mutua interferenza fra di loro.

La relativa economia nel costo di installazione di queste stazioni, la piccola quantità di energia elettrica che è necessario impiegare per il loro funzionamento, insieme alla possibilità di farle funzionare ad altissima velocità, dovrebbero poter assicurare una notevole riduzione delle tariffe telegrafiche.

L'importanza di ciò, per il diretto collegamento dell'Italia con i più lontani Paesi del Globo, è evidente.