

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

---

SCRITTI

DI

GUGLIELMO MARCONI



ROMA

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

1941-XIX

## RADIOCOMUNICAZIONI (\*)

(\*) Conferenza JAMES FORREST. Dai " Rendiconti dell'Istituto degli Ingegneri civili ", vol. 222°, 1926. Riunione straordinaria 26 ottobre 1926. Presidente: sir. William Henry Ellis G.B.E.D. Eng.

Il presidente invitando l'oratore a tenere la trentaduesima conferenza James Forrest, dice che non tenterà nemmeno di presentare una personalità così nota come il senatore Guglielmo Marconi, il cui intervento è ritenuto come un onore dai membri.

Ho molto apprezzato l'onore di essere stato chiamato a tenere la conferenza annuale James Forrest all'Istituto degli Ingegneri Civili.

Naturalmente, ho scelto come argomento della mia conferenza quello delle Radiocomunicazioni che sono divenute una scienza ed un'industria importantissime, e il cui progresso e sviluppo futuro, pur essendo basati sulla ricerca e la speculazione scientifica, richiedono, per il buon funzionamento pratico, la profonda applicazione e conoscenza dei principi dell'alta ingegneria.

Nei primissimi giorni della « radio », quando le onde elettriche cominciavano ad essere usate per scopi pratici, parlavamo soltanto di « telegrafia senza fili », ma col progresso della tecnica, le onde elettriche sono state sempre più largamente usate non soltanto per la radiotelegrafia ma anche per la radiotelefonica e la radiodiffusione, per la radiogoniometria sul mare e nell'aria, per il comando a distanza di meccanismi come bersagli, siluri, macchine volanti e altri dispositivi simili usati principalmente per scopi bellici e, più recentemente, per la trasmissione di immagini e facsimili e per la televisione.

Spero che non mi giudicherete un visionario se vi dirò che è possibile che un giorno le onde elettriche possano anche essere usate per la trasmissione di energia a distanze moderate, se riusciremo a perfezionare i dispositivi atti a proiettare le onde secondo fasci paralleli in modo da ridurre al minimo la dispersione e la diffusione dell'energia nello spazio.

I perfezionamenti e le possibilità delle radiotrasmissioni sono già divenuti così grandi, così complessi e di così vasta portata che comprenderete facilmente come io non possa, senza limitarmi ad una piccolissima parte dell'argomento, darvi, entro i limiti concessi alla presente comunicazione, delle notizie dettagliate sulle numerose difficoltà di natura tecnica che abbiamo incontrato e che ci siamo sforzati di risolvere. Mi propongo perciò di sfiorare il mio argomento accennando soltanto ad alcune delle difficoltà contro le quali abbiamo dovuto lottare ed al modo con cui abbiamo creduto, in certa misura, superarle.

Ritengo che siamo ben lontani dal poter asserire che la radiotelegrafia sia basata su fondamenti ben conosciuti, a meno che non si ritorni indietro ai primi dispositivi usati nel passato e che secondo me sono più o meno passati di moda. Non vi è dubbio che, in linea generale, gli ingegneri radiotecnici di quattro o cinque anni fa ritenessero di conoscere assai meglio l'argomento di quanto noi non pensiamo di conoscerlo oggi. Le leggi e le formule che stabilivano quali fossero le lunghezze d'onda più adatte alle varie distanze e che indicavano la potenza necessaria per comunicare a qualsiasi distanza, venivano enunciate ed accettate; ma, sfortunatamente, apparve ben presto che la logica applicazione di queste leggi e di queste formule doveva necessariamente portare, per le trasmissioni a grande distanza, all'impiego di sistemi di antenne così grandi e così costose e a così grandi potenze, da rendere il metodo estremamente dispendioso, sia come impiego

di capitali, sia come esercizio, cosicchè ben poco margine di utile sarebbe rimasto a questo sistema rispetto ai moderni cavi e alle linee terrestri.

Tale costo elevato rendeva estremamente difficile, se non addirittura impossibile, apportare una riduzione effettiva alle tariffe telegrafiche contrariamente a ciò che era stato sempre uno dei miei principali scopi fin dal tempo in cui, per la prima volta, dimostrai la possibilità di stabilire un servizio radiotelegrafico fra l'Europa e l'America.

Io sono convinto, però, che tutta la teoria e la pratica delle radiocomunicazioni a grande distanza, sono attualmente sottoposte ad un radicale e benefico cambiamento o a ciò che meglio potrebbe chiamarsi una rivoluzione.

Il fallimento di tante teorie favorite ha avuto il risultato di accrescere l'efficienza e l'utilità della radiotelegrafia fino a un punto estremo insperato, mentre allo stesso tempo ha aperto campi d'investigazione certamente fertili e ha dischiuso al nostro sguardo un orizzonte completamente nuovo.

Mi scuserete forse se ricorderò che in un discorso tenuto oltre quattro anni fa all' American Institute of Electrical Engineers di New York, io asserii - riferendo su alcuni esperimenti con onde cortissime che avevo fatto alcuni anni prima - che ritenevo noi ci fossimo forse incamminati su una rotaia, limitando tutte le nostre ricerche ed esperienze alle onde lunghe, giacchè mi sembrava che lo studio delle onde corte, pur trascurato eccessivamente durante tutta la storia della radiotelegrafia, dovesse invece probabilmente svilupparsi in molte direzioni inaspettate ed aprire nuovi campi di proficue indagini.

Che le idee di alcuni radio-ingegneri si siano apparentemente incanalate su un 'unica rotaia mi è sembrato evidente, quando, in mia presenza, un eminente esperto in materia asserì, nella primavera del 1924, in una circostanza importante, che, secondo la sua opinione, molto poco di fondamentalmente rivoluzionario poteva esservi ormai nella radio e che egli apparteneva piuttosto alla scuola secondo la quale il punto di saturazione era stato raggiunto, per cui la radio, vecchia ormai di 25 anni, si andava avvicinando ad una condizione di stabilità.

La radiotelegrafia commerciale a grande distanza è stata sviluppata molto recentemente, esclusivamente con stazioni che impiegavano lunghezze d'onda comprese fra 8.000 e 30.000 metri e di parecchie centinaia di chilowatt di potenza. L'ultima più potente stazione di questo tipo in Inghilterra, è quella del Post Office a Rugby, la quale in condizioni normali ha una portata che si estende su tutto il globo durante le 24 ore. L'aereo di questa stazione è montato su otto torri di 820 piedi di altezza e la potenza complessiva usata per la trasmissione e per i servizi ausiliari ammonta a circa 1.400 chilowatt, dei quali, 500 sono convogliati all'aereo per scopi radiotelegrafici. La lunghezza d'onda usata per la trasmissione dei messaggi è di 18.700 metri.

La stazione di Carnarvon, appartenente alla compagnia Marconi e usata per comunicare con gli Stati Uniti, impiega una lunghezza d'onda di 14.080 metri. Il suo aereo è sostenuto da sedici torri o piloni alti 400 piedi e la potenza adoperata è di 305 chilowatt.

La stazione di Buenos Aires, in Argentina, progettata per comunicare con l'Europa a una distanza di circa 6.000 miglia, usa 800 chilowatt di energia elettrica e un aereo sostenuto da dieci torri di 680 piedi di altezza ciascuna. Questa stazione lavora normalmente su lunghezze d'onda di circa 12.000 e 16.000 metri.

Molte altre stazioni di dimensioni e di tipo paragonabili funzionano negli Stati Uniti, in Germania, in Francia, in Italia ed in alcune altre nazioni.

Il loro costo è dell'ordine di 500.000 lire sterline ognuna, ma, considerando che la loro velocità di trasmissione non è molto elevata, il loro costo e le spese di esercizio, che necessariamente includono l'interesse del capitale ammortizzato, il deprezzamento ed il consumo di energia, sono stati trovati troppo elevati.

Dieci anni fa, durante la guerra, cominciai a considerare l'alternativa possibile che poteva essere offerta, nelle comunicazioni fra due punti fissi, da quelle onde elettriche che finora non sono state mai usate per la radiotelegrafia pratica, cioè dalle onde di soli pochi metri di lunghezza; e fui particolarmente attratto verso questa via di ricerche perchè ben consapevole che con queste onde, e solo con esse, era possibile proiettare la maggior parte della radiazione entro uno stretto fascio verso una direzione determinata invece di farla disperdere in tutte le direzioni.

Fui enormemente impressionato dal vantaggio che avrebbe posseduto un sistema siffatto, se esso fosse stato utilizzabile, sia per il risparmio di energia che ne sarebbe risultato, sia per la possibilità di ridurre i rumori o l'interferenza e l'interferenza mutua fra le stazioni anche se funzionanti su onde di lunghezze poco diverse.

Durante alcune mie esperienze preliminari in questo senso, fatte in Italia, e durante le prove successive, fui molto validamente assistito dall'ing. C. S. Franklin della Compagnia Marconi.

Queste ricerche furono proseguite dall'ing. Franklin, dietro mio consiglio a Carnarvon, e, nel 1917, con una lunghezza d'onda di 3 metri fu raggiunta subito una portata superiore alle 20 miglia mediante l'uso di un riflettore alla sola estremità trasmittente. Il Franklin da allora, ha proseguito a fondo questo studio e in successive prove radiotelefoniche fatte nel giugno 1920 otteneva la ricezione della parola forte e chiara al porto di Kingston, a una distanza di 74 miglia dalla stazione emittente. In agosto 1921 egli ripeteva queste prove con una portata di 97 miglia, su terra, fra Hendon e Birmingham (1).

Faccio notare che niente ci indicava che tali distanze costituissero il limite di portata delle onde usate. Ciò poteva essere provato e accertato soltanto per mezzo di una stazione mobile e a questo scopo io e l'ing. Franklin iniziammo delle esperienze nella primavera del 1923 con una speciale stazione ricevente installata sul panfilo *Elettra*.

Negli esperimenti fra Hendon e Birmingham l'aumento di efficienza introdotto dall'uso di riflettori fu confermato e chiaramente dimostrato dalla media di misure che indicavano come l'intensità dell'energia ricevuta, quando s'impiegavano dei riflettori nella stazione trasmittente e nella stazione ricevente, fosse 200 volte maggiore di quella che poteva esser ricevuta senza riflettori.

Durante i mesi di aprile, maggio e giugno 1923, una serie sistematica di prove a grande distanza fu effettuata su distanze variabili fra una piccola stazione trasmittente sperimentale a fascio a Poldhu in Cornovaglia e una stazione ricevente montata sull' *Elettra*.

Fu usata una lunghezza d'onda di circa 92 metri e si poté subito provare che i segnali di Poldhu erano ricevuti con chiarezza e con sicurezza durante il giorno, fino a distanza di 1.250 miglia marine.

La stazione trasmittente di Poldhu a quell'epoca usava circa 12 chilowatt nell'aereo. I segnali notturni arrivavano sempre con grande intensità e regolarità fino alla distanza massima alla quale il panfilo si poteva portare in quell'occasione e cioè fino alle isole del Capo Verde, poste a 2.320 miglia marine da Poldhu; l'intensità dei segnali ricevuti non mi lasciò alcun dubbio sul fatto che la portata pratica dei segnali dovesse essere assai più grande di tale distanza.

Penso di esser nel vero dicendo che a quell'epoca l'idea prevalente fra la maggior parte degli esperti tecnici circa il comportamento delle onde corte era:

1° La loro portata durante il giorno è molto piccola.

2° Le portate notturne, benchè occasionalmente notevoli sarebbero molto variabili e capricciose, e quindi tali onde non darebbero alcun affidamento per un servizio commerciale a grande distanza.

3° Ogni tratto considerevole di terra interposta, specialmente se montuosa, ridurrebbe sensibilmente la distanza alla quale è possibile comunicare.

Le prove del 1923, effettuate fra Poldhu e *'Elettra* ebbero dunque come risultato di convincere completamente me e i miei assistenti che le precedenti impressioni o conclusioni fossero del tutto errate, almeno per quanto riguarda le onde di circa 100 metri o di poco inferiori. Noi osservavamo infatti:

1° Le portate diurne si erano dimostrate assai maggiori di quelle previste.

2° Le portate notturne erano sicure e non variabili e capricciose, e inoltre indicavano chiaramente che le distanze che si sarebbero potute coprire dovevano essere molto maggiori di quelle che alcuno, me compreso, avesse potuto aspettarsi.

3° La terra interposta e le porzioni di continente non costituivano un ostacolo alla propagazione di queste onde.

Fu osservato inoltre un fatto che era più o meno prevedibile, e cioè che anche ai tropici i disturbi elettrici atmosferici, gli « X », erano sempre molto meno intensi quando si riceveva con onde corte che non quando si usavano le onde molto più lunghe, a quel tempo quasi esclusivamente utilizzate per la radiotelegrafia commerciale a grande distanza.

Le variazioni d'intensità e ciò che ora noi chiamiamo « evanescenza » si dimostrarono assai meno gravi di quanto io non avessi previsto, e i risultati ottenuti anche alle massime distanze poterono esser sempre riprodotti durante le parecchie settimane in cui durarono queste prove.

I risultati delle esperienze dell' *Elettra* furono esposti in un rapporto tecnico redatto in quell'epoca e descritti anche in dettaglio in una Memoria che lessi alla Royal Society of Arts il 2 luglio 1924.

In questa Memoria io m'avventurai a profetizzare che per mezzo di queste stazioni di relativamente piccola potenza, si poteva trasmettere e ricevere fra l'Inghilterra e i suoi lontani Domini un numero di parole ogni 24 ore assai maggiore di quanto non sarebbe stato possibile con le stazioni ad onde lunghe allora esistenti o con altre progettate di maggiore potenza e più dispendiose.

Questa potè sembrare forse un'asserzione ardita, ma io ero sicuro che sarei stato giustificato dai risultati.

Tali prove continuarono in febbraio e marzo 1924 allo scopo di determinare la portata pratica massima di queste onde, indipendentemente da qualsiasi vantaggio ottenibile dall'uso dei riflettori o di metodi direzionali, e trovammo che, mentre la portata diurna di una onda di 92 metri era in quel periodo di circa 1.400 miglia marine nell'Atlantico Nord, una buona comunicazione poteva esser stabilita durante le ore di oscurità o di semioscurità con gli Stati Uniti, l'Argentina e l' Australia, cioè alle massime distanze terrestri.

Durante queste prove un'esperienza di radiotelegrafia fu anche effettuata con Sydney e, per la prima volta, una conversazione intelligibile proveniente dall'Inghilterra fu ricevuta e compresa in Australia.

In agosto e in settembre 1924, altre prove furono eseguite fra Poldhu e l' *Elettra*, allo scopo di cercare, se possibile, di utilizzare onde ancora più corte per vincere la limitazione alle ore di lavoro imposta dagli effetti

della luce solare; noi comprendevamo infatti che questa limitazione pratica del periodo di lavoro alle sole ore di oscurità costituiva un serio ostacolo sulla via dell'adozione generale del nuovo sistema.

Furono perciò effettuate delle prove a distanze variabili con quattro lunghezze d'onda di 92, 60, 47, e 32 metri rispettivamente. Queste prove mi permisero di scoprire il fatto importante che, a grandi distanze, la portata diurna di una comunicazione praticamente soddisfacente cresceva regolarmente quando la lunghezza d'onda veniva ridotta al disotto di 92 metri, e l'onda di 32 metri era ricevuta tutto il giorno a Beirut in Siria, a una distanza di 2.100 miglia; mentre l'onda di 92 metri, su questo percorso, per la maggior parte su terra, cominciava ad affievolirsi ad una distanza non molto superiore alle 1.000 miglia.

Nello stesso tempo, l'onda di 60 metri appariva un po' migliore di quella di 92 metri durante il giorno, quella di 47 metri ancora migliore e quella di 32 metri molto migliore. Noi pensammo naturalmente, e l'esperienza successiva confermò le nostre previsioni, che le onde ancora più corte sarebbero state influenzate dalla luce solare in misura ancora minore. Fu dunque provato, per nostra soddisfazione almeno, che l'assorbimento della luce solare decresceva molto rapidamente col diminuire della lunghezza d'onda al disotto di 92 metri. Questa scoperta, anche a prescindere dalla sua importanza pratica, solleva questioni scientifiche del più alto interesse circa una spiegazione teorica accettabile del modo con cui queste onde viaggiano attorno alla terra. È chiaro che i risultati non possono essere spiegati dalla sola rifrazione, giacché i segnali ricevuti alle massime distanze sono varie migliaia di volte più intensi di quanto non potrebbero essere se vi fosse una rifrazione pura e semplice.

Nei limiti di tempo imposti da questa conferenza, non intendo addentrarmi in un' ipotesi teorica e preferisco piuttosto limitarmi a descrivere fatti e risultati con le conclusioni più o meno corrette che possono essere dedotte da essi; tuttavia mi sarà permesso ricordare che la spiegazione, generalmente accettata, è che questo fenomeno sia dovuto in qualche maniera alla ionizzazione degli alti strati dell'atmosfera, dove si suppone si trovi uno strato conduttore di gas rarefatti e ionizzati che costituiscono un involucro concentrico alla superficie terrestre, capace di riflettere o deviare queste onde. Un tale strato conduttore viene spesso chiamato " strato di Heaviside ".

Nell'ottobre 1924, prove di trasmissione furono effettuate con un'onda di 32 metri con ricevitori impiantati a questo scopo, a Montreal, New York, Buenos Aires e Sydney (Australia); si trovò che utilizzando soltanto 12 chilowatt o meno al trasmettitore, era possibile trasmettere messaggi a New York, a Rio e a Buenos Aires anche quando tutto l'arco di cerchio massimo che separava Poldhu da queste località era completamente esposto alla luce.

Con l'Australia invece è solo possibile avere un percorso completo esposto tutto alla luce solare soltanto per 2 o 3 ore e inoltre, l'aspetto scientifico dell'esperienza è complicato dal fatto che le onde con una certa facilità possono, se vi arrivano, seguire differenti percorsi, dato che una buona parte dell' Australia non è molto lontana dagli antipodi dell'Inghilterra. Le prove Australiane mostrarono tuttavia che era possibile superare la distanza per circa 23 ore e 1/4 su 24.

Vorrei far notare che la maggior parte di queste prove li grande distanza furono eseguite senza l'uso dei riflettori a ogni estremità, ed esclusivamente allo scopo di accertare la portata e le possibilità generali di queste onde.

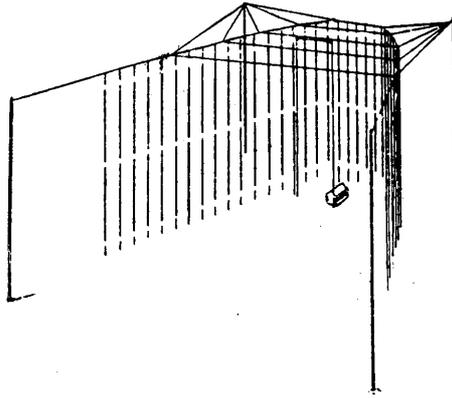


Fig. 1

In questi primi esperimenti con onde a fascio eseguiti in Italia ed in Inghilterra, i riflettori erano costituiti da un certo numero di fili verticali paralleli all'antenna e disposti attorno ad essa secondo una curva parabolica di cui l'antenna, ricevente o trasmittente, costituiva la linea focale. (fig. 1), ma nelle stazioni più moderne è stato utilizzata più vantaggiosamente una disposizione ideata dall'ing. Franklin. Secondo tale disposizione le antenne e i fili del riflettore sono disposti in modo da costituire delle griglie parallele; gli aerei o antenne vengono simultaneamente alimentati dal trasmettitore in un certo numero di punti mediante uno speciale sistema di alimentazione, che assicura che le oscillazioni in tutti i fili abbiano la stessa fase (fig. 2). Si è dimostrato col calcolo e confermato con l'esperienza, che l'effetto direzionale di tale dispositivo è una funzione del rapporto fra le sue dimensioni e la lunghezza d'onda usata.

Un sistema simile di aereo e di fili riflettenti è usato nella stazione ricevente.

Per un resoconto più completo delle ricerche che feci nel 1924 e una descrizione più dettagliata dei principi generali su cui si basa la radiotrasmissione direzionale con onde corte, e anche per quanto riguarda gli apparecchi usati, rimando alle mie due comunicazioni lette alla Royal Society of Arts il 2 luglio 1924 e l'11 dicembre dello stesso anno (2) e anche all'articolo di Franklin già citato.

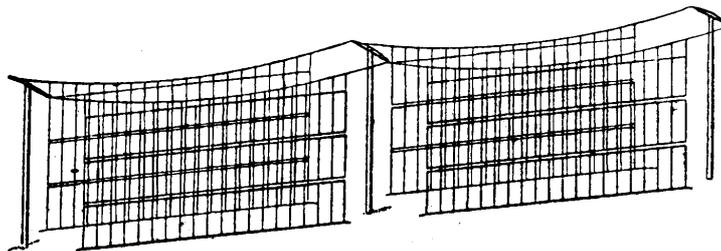


Fig. 2

Come ho detto prima, fin da molto tempo è stato dimostrato col calcolo e poi confermato dall'esperienza, che l'effetto direzionale di un radoriflettore è funzione del rapporto fra le sue dimensioni e la lunghezza d'onda usata. Segue di qui che le dimensioni dell'aereo e dei riflettori possono essere ridotte proporzionalmente alla lunghezza d'onda e, quindi; il costo viene ad esser molto minore e lo spazio occupato molto più ristretto, ad esempio, su onde di 20 metri che non per onde di 90 metri.

Nella primavera del 1924 fu costituito un sottocomitato del Gabinetto allo scopo di esaminare le proposte fatte dalla Compagnia Marconi circa l'uso dei sistemi a fascio ad onde corte per le comunicazioni imperiali e

il 2 luglio del medesimo anno veniva concluso un contratto fra il Post Office e la Compagnia per la costruzione di stazioni radiotelegrafiche fatte con questo sistema e capaci di comunicare in duplex col Canada, il Sud Africa, l'India e l'Australia.

Questo contratto stabiliva che le stazioni trasmettenti dovevano disporre di una potenza di 20 chilowatt agli anodi delle valvole oscillatrici, che il sistema di aereo doveva esser tale da concentrare le onde emesse in un angolo di 15 gradi intorno all'asse di trasmissione; che l'energia irradiata al di fuori di quest'angolo non doveva superare il 5 % di quella irradiata lungo l'asse; la stazione ricevente doveva avere un sistema di aereo simile che presentasse la massima potenza di ricezione in direzione della stazione corrispondente. La stazione corrispondente col Canada doveva poter trasmettere e ricevere nello stesso tempo colla stazione Canadese un centinaio di parole, di cinque caratteri ognuna al minuto (escludendo le ripetizioni necessarie per assicurare la precisione della trasmissione), durante una media giornaliera di 18 ore, e la Compagnia era chiamata a dimostrare al Post Office, con un funzionamento effettivo durante 7 giorni consecutivi, che queste condizioni severe potevano esser soddisfatte. Queste stazioni dovevano funzionare con ciò che si chiama « comando a distanza » attraverso linee terrestri, dall'Ufficio Telegrafico Centrale di Londra e i segnali ricevuti dovevano poter azionare uno strumento registratore ad alta velocità posto anche nel medesimo ufficio di Londra.

Se l'Ingegnere Capo del Post Office fosse stato soddisfatto dei risultati di funzionamento dei 7 giorni stabiliti ai termini del contratto, le stazioni sarebbero state rilevate dal Post Office e una metà del prezzo di costo sarebbe stata pagata alla Compagnia, mentre l'altra metà sarebbe stata pagata nel corso dell'anno successivo, se il sistema avesse continuato a soddisfare alle condizioni del contratto.

Il certificato preliminare attestante che le stazioni hanno soddisfatto alle condizioni imposte durante i 7 giorni di prove ufficiali, è pervenuto dall'Ingegnere Capo del Post Office, lunedì 18 corrente.

Le stazioni trasmettenti a fascio, inglesi, per le comunicazioni imperiali, completate o in via di costruzione, sono (fig. 3) a Bodmin per il traffico col Canada ed il Sud Africa e a Grimsby per il traffico coll' Australia e l'India, mentre le corrispondenti stazioni riceventi sono a Bridgewater e a Skegness. Inoltre, un'altra stazione a fascio è in corso di erezione a Dofchester, per il traffico con gli Stati Uniti ed il Sud America. Disposizioni e convenzioni vennero anche aggiunte per la costruzione di stazioni corrispondenti simili nel Canada, nel Sud Africa, in Australia e in India.

La stazione di Bodmin è posta su una striscia di terra che costeggia la strada principale Bodmin-Truro, a 4 miglia e mezza a sud-ovest del capoluogo della Cornovaglia da cui la stazione prende il nome.

Ognuno dei sistemi di aereo e di riflettore, cioè quello pel Canada e quello pel Sud Africa, è sostenuto da una fila di cinque torri a traliccio, di acciaio con stralli, disposte in modo che l'arco di cerchio massimo che passa per la stazione lontana colla quale questa particolare stazione deve lavorare, si trovi ad angolo retto con la fila di torri.

Il progetto del sistema di aerei e di riflettori è identico in entrambe le stazioni trasmettente e ricevente. Le torri hanno dappertutto l'altezza di 287 piedi misurati a partire dalla sommità dei bracci a croce e sono distanziati di 650 piedi, l'una dall'altra.

La corrente d'alta frequenza vien convogliata a degli aerei mediante ciò che si chiama un sistema di alimentatori consistente in tubi concentrici di rame isolati in aria l'uno dall'altro, per evitare perdite. Il tubo esterno è messo a terra e sostenuto da picchetti di ferro affondati nel suolo. Il tubo interno, che costituisce il conduttore, è centrato ed isolato dal tubo esterno mediante isolatori di porcellana, distanziati fra loro. La

lunghezza del tubo alimentatore fra il trasmettitore e ogni singolo filo d'aereo è calcolata in modo da esser esattamente la stessa. Valvole termoioniche sono usate per generare le oscillazioni di altissima frequenza, e nei circuiti principali vengono usate preferibilmente valvole con raffreddamento in olio piuttosto che con raffreddamento in acqua, dato che con le onde corte l'olio è più facile a maneggiarsi essendo esso stesso un isolante. La lunghezza d'onda attualmente usata pel servizio canadese è di 26,09 metri ovvero 11.500 chilocicli al trasmettitore di Bodmin e di 26,27 metri ovvero 11.420 chilocicli al trasmettitore Canadese.

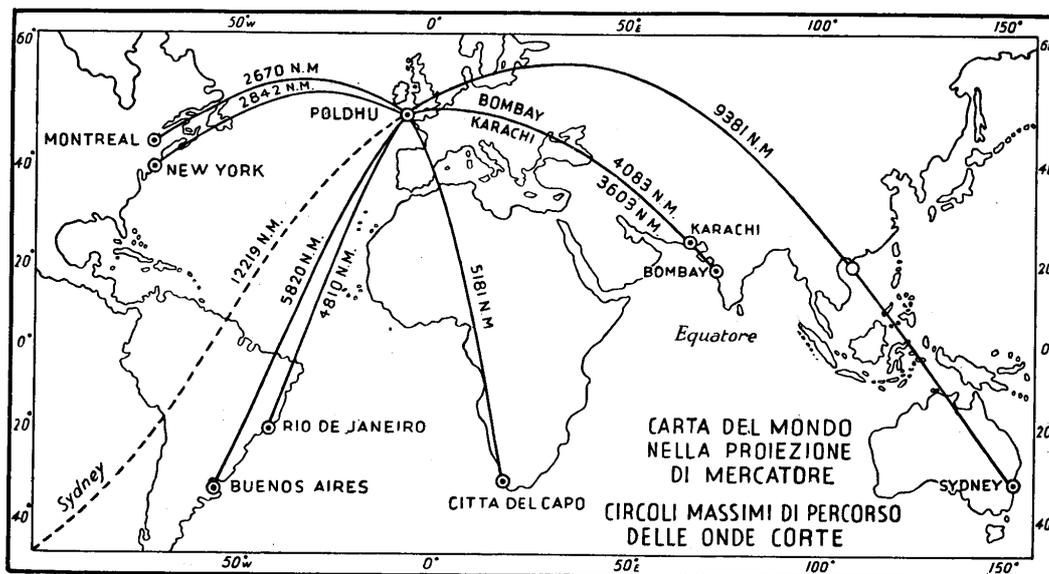


Fig. 3

Evidentemente non ho neppure tentato qui di dare un'esatta descrizione tecnica di queste stazioni nè ho parlato dei fabbricati degli impianti di energia, dei quadri di commutazione, dei rettificatori, degli interruttori, dei comandi ecc. Per descrivere queste importanti caratteristiche e la stazione ricevente, dando anche solo qualche breve notizia sulle difficoltà tecniche che si sono incontrate e superate, occorrerebbe assai più di una lunga conferenza.

Spero che l'ing. Franklin, a cui si deve il progetto della maggior parte dei dispositivi usati, specialmente per il lato tecnico e scientifico, e l'ing. R. N. Vyvyan per il lato costruttivo, potranno presto trovare il tempo di preparare e pubblicare una descrizione più completa di queste stazioni.

Numerose prove sono state effettuate ad intervalli, a partire dal luglio scorso e la prova ufficiale di 7 giorni per il Post Office ha avuto luogo fra il 7 e il 14 di tale mese. Le condizioni imposte, che erano molto rigorose e alle quali la radiotelegrafia a piccole e a grandi distanze, non era mai stata prima d'ora assoggettata, sono state soddisfatte con pieno successo.

Durante queste prove e le prove preliminari, si trasmetteva senza errori per delle ore, con velocità di 1.250 caratteri al minuto in ciascuna direzione e cioè con velocità di 2.500 caratteri al minuto sull'intero circuito.

Contando ogni ora dei sette giorni di prova, la velocità media di segnalazione è stata di circa 650 caratteri al minuto in ciascuna direzione e cioè 1300 caratteri al minuto sull'intero circuito.

Le stazioni di Bodmin e di Bridgewater sono state ora rilevate dal Post Office, e il nuovo servizio è stato aperto al pubblico alla mezzanotte di domenica scorsa, 24 ottobre.

Questi risultati sono stati della più grande soddisfazione per me e per i miei collaboratori, perchè essi provano che la nostra fede nel nuovo sistema, che noi abbiamo per anni sostenuto, a dispetto di molto scetticismo e di molte critiche, non era del tutto mal collocata.

Il funzionamento di queste stazioni a fascio ha già mostrato alcuni altri interessantissimi risultati, parte dei quali sono, forse, nuovi nella storia della radiotelegrafia a grande distanza. Uno di questi concerne i disturbi atmosferici o « X ». Credo che tutti sappiano come gli « atmosferici » siano stati fin qui lo spauracchio della radiotelegrafia; ora noi abbiamo notato che con questo tipo di stazioni essi sono divenuti molto meno importanti che in tutti gli altri ricevitori a grande distanza, coi quali abbiamo sperimentato. Tempeste in prossimità della stazione ricevente non danno molte interferenze, a meno che esse non si trovino (e questo sembra capitare di rado) nell'angolo di ricettività del riflettore ricevente o non troppo fuori di esso.

Ritengo che i disturbi, generalmente noti col nome di « atmosferici », ad eccezione dell'evanescenza, non rappresentino più un serio impedimento al traffico radio ad alta velocità fra l'Inghilterra e il Canada. Comprendo perfettamente che questa è un'asserzione arditissima, ma ho fiducia di essere nel giusto, asserendo ciò.

Le variazioni, o meglio, l'« attenuazione » dell'intensità di segnale detta ora « evanescenza » è stata una caratteristica speciale delle radiotrasmissioni a grande distanza, specialmente quando vengono usate onde corte; e benchè, secondo la mia esperienza, l'« evanescenza » sia peggiore con le onde comprese fra 200 e 1.000 metri, essa si è manifestata talvolta con l'onda di 26 metri utilizzata nelle stazioni a fascio che lavorano fra l'Inghilterra e il Canada. Secondo la mia esperienza e quella dei miei collaboratori, l'uso di riflettori ha il vantaggio, forse comune a tutti i sistemi strettamente direzionali, di diminuire l'« evanescenza ». Ciò è dovuto in parte, senza dubbio, al grande aumento d'intensità del segnale ricevuto, conseguito mediante l'uso di questo sistema direzionale, e per cui si aumenta di conseguenza il margine di leggibilità dei segnali ricevuti.

E' però un fatto che l'« evanescenza » ha ancora una certa importanza sul circuito Bodmin-Canada, tanto che in certe circostanze essa ha anche interrotto la comunicazione fra le due stazioni. Due periodi cattivi di «evanescenza» sono stati il 20 settembre e il 14 ottobre. Entrambi questi periodi cattivi coincidevano con l'apparizione di grandi macchie solari e con un'intensa aurora boreale; nello stesso tempo le linee telegrafiche, specialmente in Canada, e i cavi erano messi fuori servizio, ovvero il loro funzionamento era notevolmente peggiorato. Ho notato inoltre che, durante questi periodi cattivi, i segnali potevano esser ricevuti attraverso l'Atlantico, usando onde ancora più corte, dell'ordine di 15 metri di lunghezza, e anche che il funzionamento delle normali stazioni a onde lunghe non era disturbato. Ho già fatto notare che onde di 15 metri o meno possono esser ricevute a grandi distanze meglio durante il giorno che durante la notte, e sappiamo anche che le onde molto lunghe non sono influenzate dalla luce diurna sul percorso dell' Atlantico Nord. La conclusione che io traggo da queste osservazioni è che durante il giorno, quando le macchie solari e l'aurora boreale venivano osservate, dovevano prevalere quelle condizioni di ionizzazione dell'atmosfera ad una certa altezza, per cui risultava un abbassamento dello strato ionizzato, equivalente a ciò che io potrei chiamare « luce diurna intensificata ».

Un altro periodo di « evanescenza » durato poche ore e che un giornale ha erroneamente attribuito agli «atmosferici» ha avuto luogo durante la grande tempesta di ieri. Non abbiamo potuto ancora capire a quali cause esso debba attribuirsi. Può darsi che esso sia dovuto a qualche difetto di isolamento. Tuttavia, è

evidente che non ci si possa aspettare da un sistema completamente nuovo che esso sia perfetto fin dall'inizio.

Il prof. Elihu Thomson, nel leggere la sua conferenza James Forrest del 1924 innanzi a questa Istituzione, esprimeva una sua opinione, secondo la quale la presenza di un'estesa aurora boreale dovesse coincidere con l'esistenza di eccezionali aree di disturbo sul sole e anche accennava alla probabilità che in tali circostanze dovesse esservi un deciso aumento di carica o di potenziale dello strato esterno parzialmente conduttore, a 50 o 60 miglia dalla superficie terrestre.

Si è provveduto peraltro alla possibilità di usare, nelle stazioni a fascio, due onde di differente lunghezza. L'onda più corta sarà provata e usata durante ogni condizione eccezionale della natura del tipo di quelle che ho citato, sempre che questa sembri interferire con la trasmissione fatta sull'onda di 26 metri.

Prima di terminare la mia conferenza, vorrei esporvi alcune considerazioni su quello che io ritengo sia il valore relativo delle onde corte rispetto alle onde lunghe nei riguardi delle radiocomunicazioni a grande distanza.

Tutti sappiamo che l'etere sta per divenire estremamente congestionato per una banda considerevole di lunghezze d'onda e si può approssimativamente immaginare quale potrà essere il massimo numero di lunghezze d'onda, o canali, che potranno esser usati senza pericolo d'interferenza mutua. Se supponiamo che possano esser classificate onde lunghe quelle comprese fra 5.000 e 30.000 metri e onde corte quelle fra 5 e 100 metri, applicando il principio di un metodo sottoposto all'esame della prossima Conferenza Radio Internazionale, troviamo che 3.700 bande d'onda o canali saranno utilizzabili e ammissibili per le onde corte comprese fra 5 e 100 metri, mentre soltanto 90 canali vi saranno per le onde lunghe comprese fra 5.000 e 30.000 metri. Questo, certamente, è un calcolo piuttosto prudente per il numero di canali, ma si potrebbero adottare canali più ristretti e il numero ammissibile corrispondente di onde corte aumenterebbe nella stessa proporzione rispetto al numero ammissibile di onde lunghe. Ma, oltre a questo grandissimo vantaggio, le onde corte ne presentano ancora un altro relativo alla possibilità di raggruppare una gran parte della loro potenza entro uno stretto angolo, per mezzo del cosiddetto sistema a fascio e anche dell'effetto di schermo dovuto al riflettore della stazione ricevente che, riducendo le possibilità d'interferenza, tende ancora ad aumentare il numero di servizi separati che possono essere effettuati per mezzo di queste onde.

Non bisogna inoltre perder di vista che le altissime velocità di lavoro sembrano poter esser raggiunte soltanto coll'uso di onde corte, mentre con le basse frequenze, corrispondenti alle onde lunghe, le velocità dello stesso ordine sono assolutamente irraggiungibili. Io posso, in altri termini, asserire che per quanto riguarda le onde non vi è alcuna ragione teorica perchè con una frequenza di 3.000.000, corrispondente a un'onda di 100 metri, la velocità possibile non dovrebbe essere 200 volte maggiore di quella raggiungibile con una frequenza di 15.000 dello stesso ordine della frequenza del trasmettitore principale della stazione a onde lunghe di Rugby.

Le stazioni di grande potenza a onde lunghe di questo Paese, che attualmente esplicano un servizio radiotelegrafico commerciale da e per gli Stati Uniti, sono atte, io ritengo, a trasmettere e ricevere contemporaneamente in ognuna delle direzioni, in condizioni normali, con una velocità media di 20 parole per minuto, per una media giornaliera di 18 ore. Ma le stazioni a fascio, nelle prove ufficiali si son già mostrate capaci di trasmettere e ricevere contemporaneamente con una velocità media di almeno 100 parole al minuto per 18 ore al giorno, velocità cioè almeno cinque volte maggiore di quella corrispondente al

traffico che potrebbe esser effettuato durante lo stesso tempo dalle stazioni a onde lunghe, sebbene queste ultime utilizzino una potenza almeno dieci volte maggiore di quella utilizzata dalle stazioni ad onde corte.

Questi confronti ritengo siano sufficienti a mostrarvi che tutta la tecnica e la scienza delle radiotrasmissioni stia per subire attualmente un processo di evoluzione molto profondo.

Vi è inoltre un'altra caratteristica economica interessante, per quanto riguarda i servizi a grande distanza per mezzo di onde corte rispetto ai cavi che non dovrebbe essere trascurata.

Coi cavi il costo del capitale impiegato nel cavo stesso cresce in proporzione semplice e diretta con la sua lunghezza, mentre, sperimentando con radiotelegrafia a onde corte, si è visto che è possibile trasmettere messaggi in Australia con un'energia elettrica minore di quella necessaria per trasmetterli in Canada, e quindi probabilmente con minore costo, o, d'altra parte, con maggiore velocità ed efficienza.

Mi è stato spesso domandato perchè, visto che le onde corte sono capaci di coprire le più grandi distanze senza l'utilizzazione dei sistemi a fascio, ho sempre insistito nell'usare tali sistemi in tutte le stazioni che la mia Compagnia sta impiantando per i servizi imperiali e per gli altri servizi importanti a grande distanza.

Il motivo di ciò sta nel fatto che avendo forse una certa esperienza delle severissime esigenze imposte dalla telegrafia commerciale moderna, ho notato che, a causa dell'« evanescenza » e dell'interferenza, i segnali ottenuti da tali stazioni non sono forti abbastanza per i servizi commerciali ad alta velocità come quelli richiesti fra le varie parti del vostro Impero.

E' stato anche suggerito che io potrei usare una potenza superiore ai 20 chilowatt, ma quest'idea non mi ha mai attirato giacchè ritengo che sarebbe necessario usare una potenza enorme e impossibile per ottenere la stessa intensità media di segnali che può essere ottenuta con l'uso di stazioni a fascio di potenza abbastanza piccola.

Le prove fra l'Inghilterra e il Canada hanno già dimostrato che l'uso di aerei direttivi e di riflettori alle due estremità, dà come risultato un'intensità di segnale, che l'ing. Franklin ritiene sia normalmente 100 volte maggiore di quella raggiungibile con aerei trasmettenti e riceventi non direzionali che usano la stessa potenza. Ora, poichè l'aumento d'intensità dei segnali ricevuti cresce in proporzione con la radice quadrata della potenza del trasmettitore, è facile calcolare che, per ottenere segnali d'intensità 100 volte maggiore sarebbe necessario usare un'energia 10.000 volte più grande e quindi, se la potenza fornita alle placche delle valvole termoioniche della stazione a fascio è di 20 chilowatt, con le stazioni normali trasmettenti e riceventi in tutte le direzioni, sarebbe necessario usare la potenza impossibile ed assurda di 200.000 chilowatt, per ottenere la stessa intensità di segnali, alla estremità ricevente.

I risultati ottenuti mi hanno convinto che un buon sistema direzionale sarà il sistema dell'avvenire per le radio comunicazioni a grande distanza, fra un punto e l'altro in tutto il mondo, e mi è stata estremamente gradita l'opportunità offertami dal Governo britannico e dai Governi dei principali Domini e dell' India per cercare di dimostrare ciò.

Ho sempre pensato che le onde radio hanno troppo valore per essere continuamente disperse e diffuse egualmente in tutte le direzioni, invece di essere concentrate quanto più è possibile sulla stazione colla quale si desidera comunicare.

Vorrei aggiungere inoltre che non penso che il sistema a fascio sia comunque limitato alla radiotelegrafia. Spero che esso possa esser utilizzato per portare la radiofonia su una base molto più pratica di quanto essa non sia attualmente, e inoltre per migliorare i sistemi di trasmissione d'immagini e di facsimile, televisione compresa. Anche per ciò che si chiama radiodiffusione, io credo che esso potrà permettere di trasmettere

programmi e discorsi a grandi porzioni degli Stati Uniti, del Canada, del Sud Africa e dell'Australia con un'intensità e un'accuratezza maggiori di quanto non sia possibile con i sistemi di radiodiffusione esistenti.

I risultati ottenuti dai dilettanti per mezzo delle onde corte attribuiscono ad esse grande credito, specialmente se consideriamo che la maggior parte dei dilettanti non ha che possibilità limitate per un lavoro sperimentale; e non bisogna dimenticare che i dilettanti furono i primi ad effettuare una comunicazione in duplex con la Nuova Zelanda per brevi periodi. Le loro osservazioni ci hanno spesso molto aiutato nell'arrivare a comprendere un po' meglio i complessi fenomeni presentatisi, ma io ritengo che talvolta è pericoloso attribuire troppa importanza a tutte le loro osservazioni, specialmente quando queste riguardano quelli che potrei dire risultati negativi. Proprio l'altro giorno ho letto un'affermazione di un'eminente autorità, secondo la quale in base ad osservazioni di dilettanti, la portata diurna di un'onda di 100 metri non supera le 200 miglia e un'onda di 50 le 100 miglia. Ho fatto delle prove con un'onda di 100 metri per mesi e mesi e non ho mai trovato che la sua portata diurna fosse inferiore alle 1.000 miglia. Con un'onda di 47 metri (cioè vicina ai 50 metri) non abbiamo mai trovato che vi fossero delle zone di silenzio comincianti a 100 miglia o a un dipresso. Può darsi che alcuni osservatori non fossero particolarmente abili o usassero ricevitori poco sensibili, ovvero le loro stazioni fossero per caso situate accanto a edifici o strutture che influenzassero sfavorevolmente la ricezione. Penso quindi che sarebbe una disgrazia se, in conseguenza di alcune informazioni, la teoria delle zone di silenzio dovesse impropriamente essere generalizzata ed estesa.

Ho trovato che per fare delle osservazioni e deduzioni attendibili sul comportamento della trasmissione a distanze variabili non vi è niente di meglio che una stazione installata su una nave adatta. Su una nave, o un panfilo, si ha il vantaggio di usare sempre lo stesso aereo, gli stessi ricevitori e gli stessi osservatori a tutte le distanze e io credo che questa sia la via più sicura per provare il comportamento di queste onde su quelle che si possono chiamare distanze medie.

È difficile far questo sui transatlantici o sui piroscafi da carico, giacchè il traffico radiotelegrafico dei passeggeri può interferire assai spesso con l'osservazione dei segnali di quella particolare stazione in prova e le navi commerciali non possono sempre fermarsi in porti intermedi per delle osservazioni brevi o lunghe, quando e dove sia necessario.

Durante le mie prime prove transatlantiche col Canada 24 anni or sono, usai un incrociatore posto a mia disposizione per un anno dal Governo italiano ed io ritengo che le navi da guerra possono essere spesso assai utilmente impiegate per aiutarci a chiarire molti dei misteri e dei problemi della radio che aspettano ancora una spiegazione e una soluzione.

Vorrei dire, prima di concludere, che il perfezionamento e il completamento del sistema a fascio è dovuto all'abilità e alla perseveranza di parecchi ingegneri e tecnici, ma in primo luogo all'ing. C. S. Franklin per la parte scientifica e tecnica, a R. N. Vyvyan, Ingegnere Capo della Compagnia Marconi per la parte costruttiva e ad A. G. Mathieu per il suo speciale lavoro sui ricevitori a onde corte.

Noi siamo tuttora, secondo me, molto lontani dal poter utilizzare le onde elettriche in tutta la loro estensione. Questo sarà il lavoro dei futuri ingegneri e col continuo progredire della civilizzazione esso diventerà più necessario nell'avvenire di quanto non lo sia stato per il passato.

FREDERICK PALMER, Vice-Presidente, dice di essersi alzato per proporre un voto di ringraziamento al Senatore Marconi. Egli non potrebbe attribuirsi una particolare conoscenza della radio, ma qualunque cosa gli manchi, nella conoscenza dell'argomento egli la completa con l'entusiasmo. Egli si è molto interessato

alla conferenza giacchè è stato spesso istruttivo per lui, durante i suoi numerosi viaggi, fatti negli ultimi anni per motivi professionali in tutte le parti del mondo, trovare ogni mattina, a colazione, dovunque egli andasse, il bollettino delle notizie del giorno di tutto il mondo. Sulla via del ritorno dalla Costa d'Oro, poche settimane fa, chiamando Sierra Leone, i passeggeri ricevevano nel pomeriggio il risultato della partita di cricket fatta contro l'Australia, due o tre ore dopo la partita e non solo il risultato, ma anche i particolari del punteggio. Egli ha pensato che ciò fosse meraviglioso. L'Istituzione ha verso il Senatore Marconi un altro debito di gratitudine perchè ha riunito in questo edificio, questa sera, la più grande assemblea che vi sia mai stata. L'attrazione di una conferenza del Senatore Marconi ha riempito la Grande Sala ed egli ha creduto d'interpretare i sentimenti di tutti i presenti dicendo di essere profondamente riconoscente all'oratore.

La mozione è accettata per acclamazione.

Il senatore Marconi, rispondendo, ringrazia molto sinceramente il Presidente e il Vice-Presidente Palmer per le gentili parole rivoltegli. Ciò su cui ha parlato questa sera è cosa con cui il pubblico non può direttamente venire in contatto. Esso può utilizzarla rimettendo dei messaggi al Post Office, ma non può maneggiare gli strumenti. Ciò è compito del Post Office ed egli spera che saprà svolgerlo bene. In ogni modo, è stato necessario inviare sempre circa un centinaio di parole al minuto, qualunque fossero le condizioni atmosferiche; altrimenti la cosa non poteva essere considerata un successo. E' questo che ha costituito il problema. Egli ringrazia l'uditorio per la grande attenzione e per il modo estremamente cortese con cui l'ha accolto.

(1) C. S. FRANKLIN, *Short-Wave Directional Wireless Telegraphy*, "Journal Ist. Elec. E.", vol. 60 (1922), pag. 930.

(2) *Risultati ottenuti su lunghe distanze con la radiotelegrafia direzionale a onde corte*, "Journal Roy. Soc. Arts", vol. 72 (1924), pag. 607 e *Radiocomunicazioni*, ibid., vol. 73, pag. 121