

La comunicazione wireless prima delle valvole di Lloyd Butler VK5BR.

All'inizio del secolo non c'erano valvole amplificatrici (tubi termoionici) e transistor, nonostante questo erano state stabilite le comunicazioni radio attraverso l'oceano. Ora guardiamo indietro e vediamo come sia stato possibile (Originale pubblicato sulla rivista "Amateur Radio", luglio 1986)

INTRODUZIONE

Nel complesso mondo dell'elettronica di oggi, dove migliaia di giunzioni di transistor sono posizionate su un singolo chip di silicio e considerando anche l'amplificazione a valvole elettroniche del passato tendiamo ad associare lo sviluppo iniziale della radio attorno al tubo elettronico come amplificatore, ma non dobbiamo dimenticare che i pionieri avevano stabilito le comunicazioni radioprime che il dispositivo fosse scoperto. Questo articolo esamina alcune delle apparecchiature utilizzate per le comunicazioni radio (o dovremmo dire wireless) in quei tempi. La discussione si concentrerà sulle apparecchiature utilizzate e sulle descrizioni dei circuiti associati piuttosto che sulla storia del suo sviluppo. Chiunque sia interessato il racconto si riferisce a una tesi "The Historical Development of Radio Communications di J R Cox VK6NJ" pubblicata come serie in Amateur Radio, dal dicembre 1964 al giugno 1965.

Nel corso degli anni, alcuni dei primi termini utilizzati hanno dato vita ad altri comunemente usati. La radio è stata chiamata wireless, ed è ancora un termine usato. Le onde elettromagnetiche (EM) erano chiamate onde hertziane o onde eteree e il mezzo che le sosteneva era noto come etere. Una bobina di sintonizzazione era chiamata jigger. Un operatore wireless era noto come Sparks.

Alcune delle spiegazioni fornite nel testo sono estratti modificati dai riferimenti usati e alcune licenze sono prese usando termini, sia vecchi che nuovi.

TRENI D'ONDA SMORZATI

I segnali generati per la trasmissione della telegrafia wireless, nei primi anni, erano sotto forma di treni a onde smorzate, come illustrato nella figura 1.

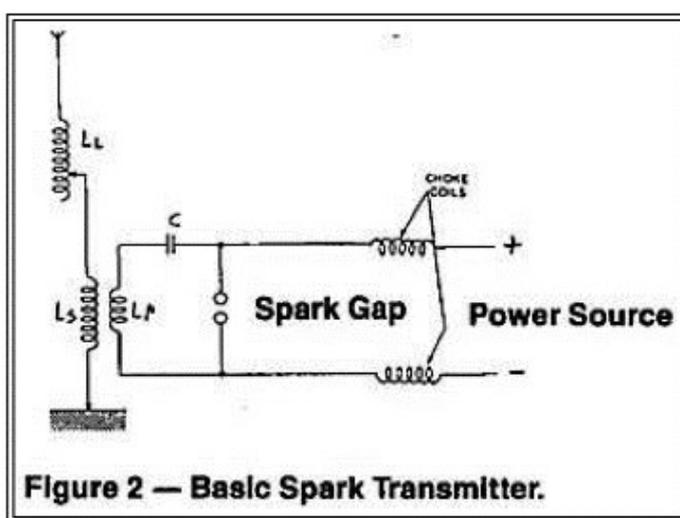
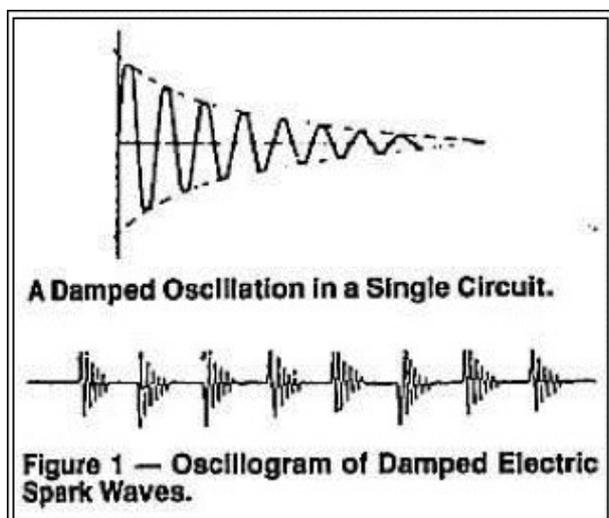
Un circuito sintonizzato, accoppiato all'antenna, era eccitato ad oscillare scaricando rapidamente un condensatore (parte del circuito sintonizzato) a intervalli ripetitivi, di solito corrispondenti a una frequenza di ripetizione uguale in frequenza a un suono nel campo uditivo umano. Per ogni scarica, si genera un treno d'onda, decadendo in ampiezza ogni volta

che ogni ciclo di risonanza trasferiva energia all'antenna. La frequenza di risonanza del circuito sintonizzato, in parte formato dall'antenna, imposta la frequenza di trasmissione.

SCINTILLE SMORZATE

Alla ricezione, l'uscita rilevata azionava un dispositivo di registrazione telegrafico o era accoppiata a un ricevitore telefonico per generare un ronzio udibile a una frequenza correlata alla frequenza di ripetizione del treno d'onde.

La ragione per generare onde smorzate può essere apprezzata quando si pensa a ciò che è necessario per generare onde continue. Per generare queste, l'energia persa nel circuito sintonizzato deve essere continuamente sostituita ad ogni ciclo, raggiunta attraverso il feedback e attraverso un amplificatore. Dispositivo che i pionieri non avevano fino a quando De Forrest sviluppò la valvola triodo. Ciononostante, i pionieri hanno trovato il modo di generare onde continue (senza valvole) come vedremo in seguito.



Ritornando alle nostre onde smorzate il circuito di base per generarle è il trasmettitore di scintilla (vedi Figura 2). Il condensatore C viene caricato dalla fonte di alimentazione fino a quando non sviluppa una tensione sufficiente a rompere lo spazio (dielettrico) dello spinterometro. A questo punto nel tempo, il condensatore C è collegato, attraverso lo spinterometro, attraverso l'induttanza primaria L_p e la sua energia viene rilasciata ai circuiti sintonizzati costituiti da C, L_p , L_s e dai componenti reattivi dell'antenna. Il treno d'onda smorzato iniziato come energia e viene continuamente perso nella radiazione attraverso l'antenna.

La frequenza di ripetizione del treno d'onda è controllata dalla costante di tempo del circuito di carica, in gran parte la capacità di C e l'impedenza delle bobine dello starter e la fonte di energia.

Nella progettazione di trasmettitori di scintille, è stata data molta attenzione allo smorzamento della scintilla, cioè, la scintilla doveva essere rapidamente estinta una volta che il sistema di accordatura era stato impostato in oscillazione. La ragione di ciò può essere spiegata considerando la teoria dei circuiti sintonizzati mutuamente accoppiati. Se due circuiti, sintonizzati sulla stessa frequenza, sono accoppiati e inseriti in oscillazioni, l'energia viene trasferita da una all'altra in misura determinata dal coefficiente di accoppiamento (K). Se K è basso, l'energia accoppiata è piccola e una risonanza si verifica a una frequenza di risonanza comune. Se il coefficiente di accoppiamento è aumentato oltre un valore, chiamato accoppiamento critico, si verificano due picchi risonanti (fare riferimento alla Figura 3).

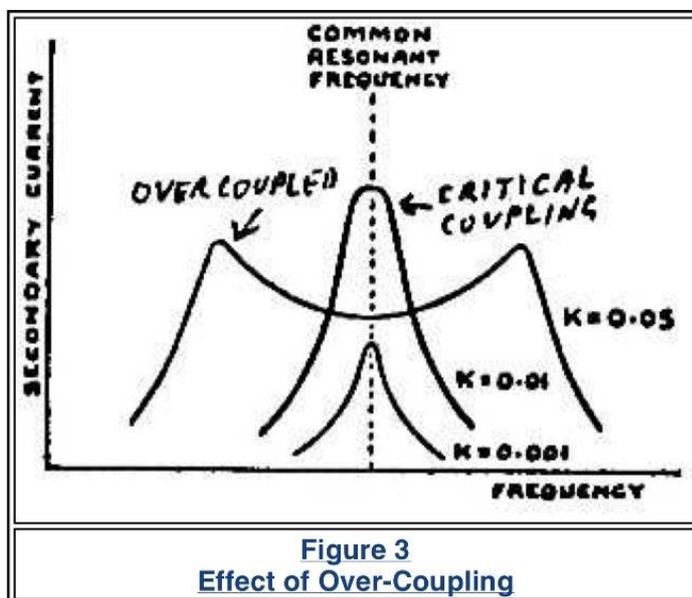


Figure 3
Effect of Over-Coupling

Facendo nuovamente riferimento al circuito del trasmettitore di scintille di figura 2, vi sono due circuiti sintonizzati reciprocamente accoppiati, uno formato dal trasformatore primario L_p e il suo condensatore risonante C e l'altro formato da L secondario e la reattanza del circuito aereo. L'accoppiamento stretto oltre il valore critico è necessario per assicurare il massimo trasferimento di energia dal primario al secondario e quindi ci sono due frequenze di risonanza che possono essere trasmesse.

Ritornando alla discussione sullo spegnimento delle scintille, staccando il condensatore di sintonizzazione primario dal primario del trasformatore immediatamente dopo la scarica della scintilla, in modo tale che la risonanza si è verificata singolarmente nel circuito risonante dell'antenna per impedire la trasmissione di una seconda frequenza.

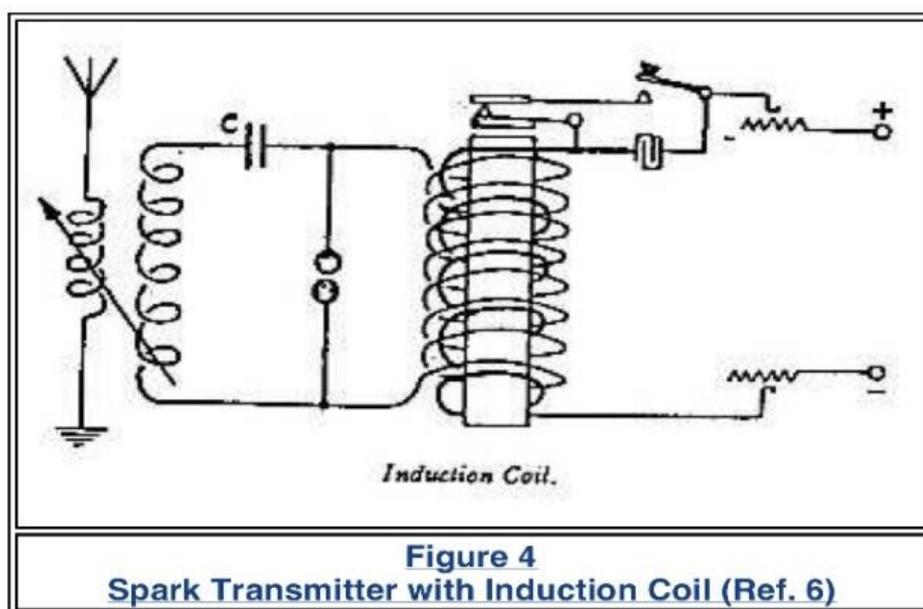
Un'ulteriore funzione dell'estinzione delle scintille era di migliorare l'efficienza del circuito. Se fosse stata consentita la resistenza della scintilla durante l'intero treno di oscillazione,

sarebbe stata persa potenza aggiuntiva nel circuito primario attraverso lo spinterometro.

TRASMETTITORI A SCINTILLA

I trasmettitori di scintille ad alta potenza sono stati utilizzati per molti anni nelle stazioni wireless a terra e sulle navi. Alcuni trasmettitori erano ancora in uso come equipaggiamento di emergenza a bordo delle navi negli anni successivi alla seconda guerra mondiale.

C'erano una serie di variazioni nei progetti di trasmettitori a scintille riguardanti il metodo di carica della capacità dalla fonte di energia, il tipo di fonte di energia e il metodo di spegnimento dello spinterometro. Ne discuteremo un numero.



LA BOBINA DI INDUZIONE

La bobina di induzione è stata utilizzata come fonte di energia per le stazioni di scintilla a bassa potenza che funzionano da celle a secco o accumulatori. Forniva un mezzo per generare l'alta tensione necessaria per energizzare lo spinterometro dalla sorgente di batteria a bassa tensione.

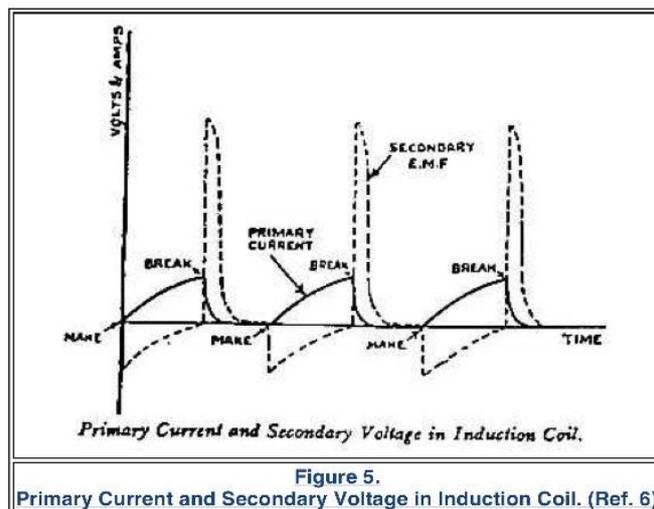
Uno schema circuitale è illustrato in Figura 4.

La bobina di induzione consisteva in una bobina primaria di filo spesso avvolto con un numero di spire su un nucleo di ferro composto da un fascio di fili di ferro dolce. Il secondario consisteva in molti giri di filo sottile, in modo da ottenere un aumento graduale dell'alta tensione. In serie con l'avvolgimento primario vi era l'interruttore costituito da un'armatura di ferro dolce, fissata all'estremità superiore di una molla di acciaio piatta la cui tensione poteva essere regolata mediante una vite di regolazione.

L'azione è la seguente:

Quando viene premuto il tasto, scorre una corrente attraverso i contatti dell'interruttore e l'avvolgimento primario. Il nucleo è magnetizzato e l'armatura è attratta da esso. I contatti vengono quindi improvvisamente separati e la corrente attraverso il primario cade rapidamente a zero. Non appena la corrente primaria si spegne, l'armatura viene rilasciata e vengono nuovamente effettuati i contatti, riorganizzando il primario per ripetere il ciclo degli eventi.

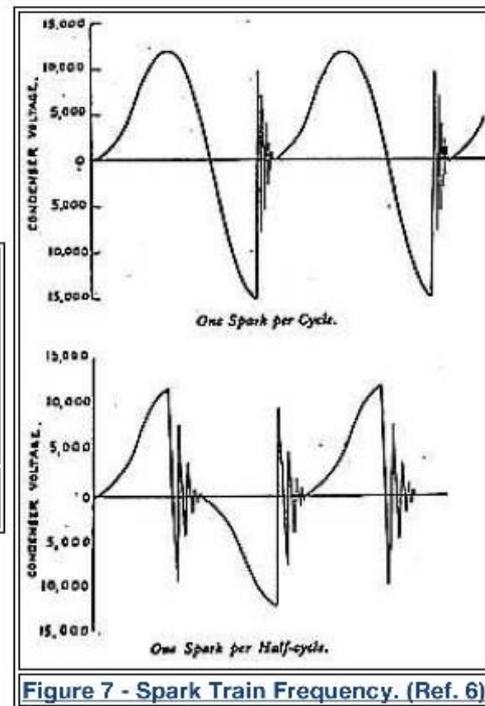
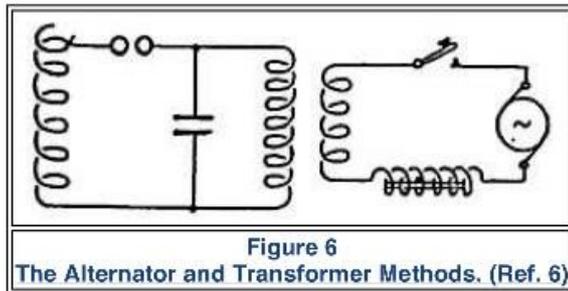
La costante di tempo ciclica imposta la frequenza di ripetizione del treno di scintilla. Attraverso i contatti, la costante di tempo di un condensatore controlla l'aumento e la diminuzione della corrente per ridurre l'arco attraverso i contatti e migliorare il funzionamento del circuito. All'interruzione del contatto, si sviluppa una tensione elevata nella bobina secondaria come mostrato nella figura 5, e questa viene utilizzata per caricare il condensatore C per l'avvio di ciascuna scarica di scintilla e l'inizio di un treno d'onde.



ALTERNATORE E SISTEMA A TRASFORMATORE

La pratica più universale per energizzare i circuiti oscillanti a scintilla di trasmettitori a scintilla da mezzo chilowatt e unità più grandi, era usare un alternatore o convertitore rotante con la sua tensione di uscita AC aumentata tramite un trasformatore ad un valore sufficiente per attivare lo spinterometro.

Un tipico circuito di eccitazione è mostrato in Figura 6. L'induttanza in serie con l'alternatore controlla la potenza prelevata dall'alternatore e, insieme all'induttanza di sintonizzazione, limita la velocità di carica del condensatore.



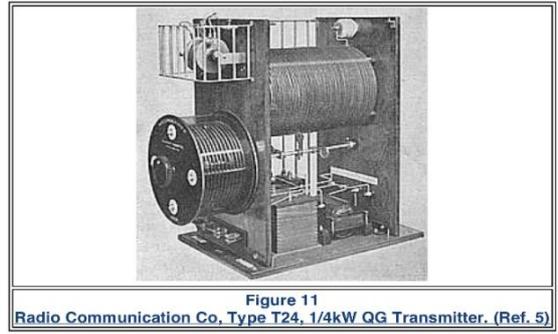
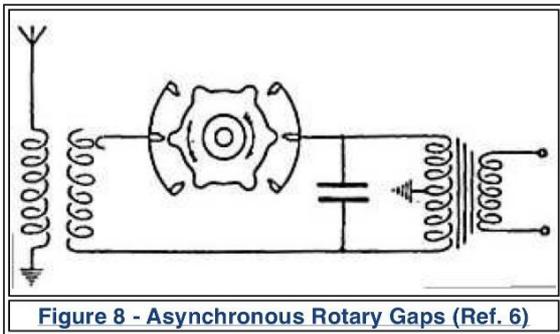
A seconda della regolazione dello spinterometro relativa alla tensione CA applicata, si verifica una scintilla per mezzo ciclo CA o una scintilla per un ciclo CA. Ciò è illustrato nella figura 7.

La frequenza di ripetizione del treno di scintilla è quindi o il doppio della frequenza dell'alternatore o uguale alla frequenza dell'alternatore.

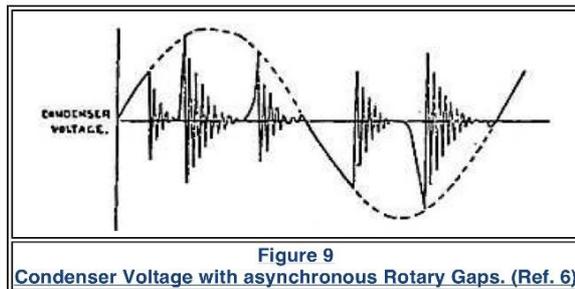
Un certo numero di metodi sono stati usati per spegnere la scintilla. Su alcuni trasmettitori, è stato utilizzato uno speciale intervallo di raffreddamento (QG) che ha raffreddato rapidamente la scintilla. Lo spinterometro è stato suddiviso in un numero di interruzioni molto brevi in serie e elettrodi usati costituiti da metalli che erano buoni conduttori di calore, accoppiati a alette radianti per dissipare il calore all'aria circostante. A volte veniva anche usato il raffreddamento forzato dell'aria.

Un altro metodo consisteva nell'utilizzare uno spinterometro rotante costituito da una ruota metallica che portava un numero di perni o raggi sporgenti dal suo bordo e che ruotava tra due elettrodi a scintilla fissa in modo da controllare la durata della scintilla.

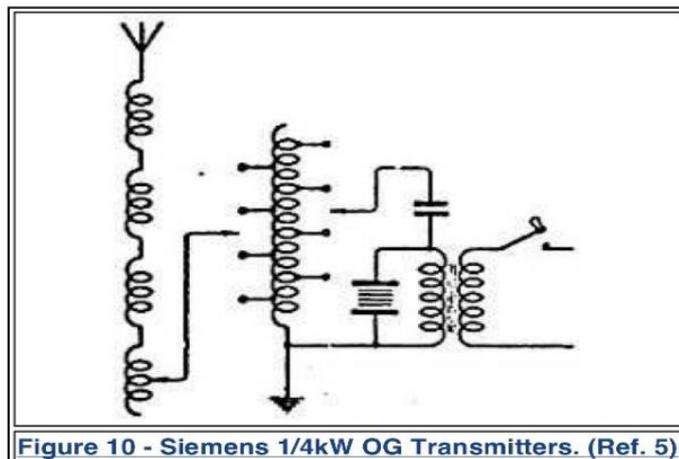
Gli spinterometri rotanti sono stati classificati come sincroni o asincroni. Il tipo sincrono era accoppiato all'albero dell'alternatore che alimentava il circuito oscillante in modo che la scintilla fosse sincrona alla frequenza dell'alternatore e fasata in modo da coincidere con la massima tensione attraverso il condensatore di carica nel circuito sintonizzato.



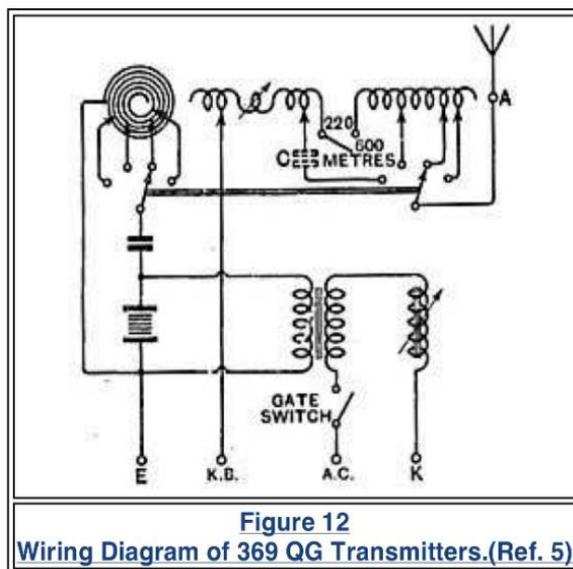
Nel tipo asincrono, come mostrato nella Figura 8, la velocità di rotazione dello spazio era indipendente dalla velocità dell'alternatore. In questo sistema, alcune scintille sono mancate quando cronometrate nella fase di bassa tensione del ciclo dell'alternatore (fare riferimento alla Figura 9). Il vantaggio di questo sistema, tuttavia, era che l'alternatore poteva essere eseguito a una frequenza inferiore rispetto alla frequenza di ripetizione del treno d'onde, quest'ultimo essendo controllato dallo spazio rotante piuttosto che dalla velocità dell'alternatore.



Nei trasmettitori che non utilizzavano un circuito speciale di spegnimento delle scintille, era necessario ridurre l'accoppiamento e spostare la sintonia del trasmettitore sul circuito di aereo per impedire la trasmissione di due frequenze. Ciò è stato fatto a scapito della ridotta potenza erogata accoppiata all'antenna.



Esempi di trasmettitori di intercettazione (QG) sono mostrati nelle figure 10, 11 e 12.



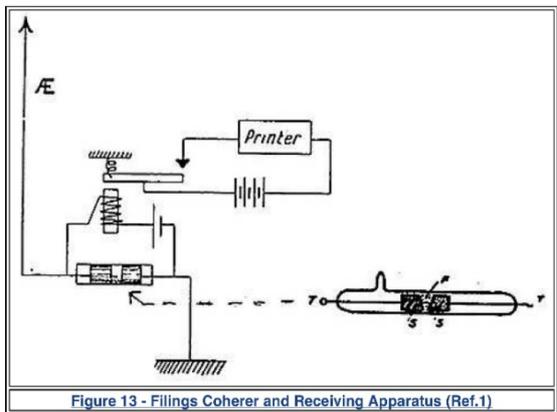
RICEVITORI DI TELEGRAFIA SENZA FILI

Questa parte esaminerà alcuni dei dispositivi utilizzati per rilevare i segnali trasmessi. Non c'erano dispositivi di amplificazione come sono noti oggi e il livello del segnale inviato al rivelatore era quello ricevuto dal sistema aereo. Il rivelatore era collegato tramite un singolo circuito sintonizzato e quindi vi era bassa selettività o scarsa capacità di rifiutare segnali indesiderati.

COHERER A POLVERI METALLICHE

La prima forma di rivelatore per dare buoni risultati era il coesore "coherer" a polveri, così chiamato per la scoperta che in presenza di una corrente alternata ad alta frequenza, le limature metalliche tendono ad aggrapparsi o coesistere.

Il coherer è illustrato nella Figura 13. Il piccolo tubo di vetro in cui è stata estratta l'aria. I terminali TT sono collegati a spine d'argento SS, che sono separate dalla limatura di nichel e argento.

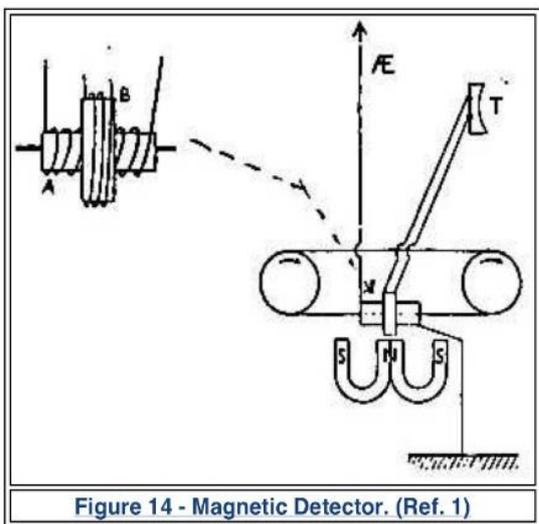


Un circuito CC collega il coherer a un relè che controlla un relè soccorritore o un relè Morse. Il coherer è anche collegato tramite il sistema di sintonizzazione all'antenna. Senza segnale in ingresso dall'antenna, le limature hanno una bassa conduttività, ma quando un segnale dall'antenna fluisce attraverso il coherer, le limature si uniformano e aumentano la conduttività in modo che il relè sia eccitato.

Un problema con il coherer era che dopo che ogni treno di onde l'aveva attraversato, il dispositivo doveva essere de-coherizzato (ritornare allo stato non conduttivo) per mezzo di un martelletto per scuotere la limatura e ripristinare una bassa conduttività. L'apparato per fare ciò non è mostrato nel diagramma. Un ulteriore problema era che il coherer era facilmente disturbato dalla statica atmosferica (scariche elettriche di fulmini)

IL RILEVATORE MAGNETICO

A Marconi viene accreditato di aver fatto un grande progresso nel rilevamento delle onde herziane con la sua invenzione del rivelatore magnetico (vedi Figura 14).



Due bobine mutuamente accoppiate si trovano nel campo magnetico statico di un magnete permanente. Una bobina (A) è collegata tramite il sistema di sintonizzazione all'antenna e l'altra bobina (B) è collegata al ricevitore del telefono. Il campo magnetico è concentrato su un anello di filo di ferro che passa attraverso le bobine e durante il funzionamento ruota continuamente attraverso di loro. L'operazione è la seguente:

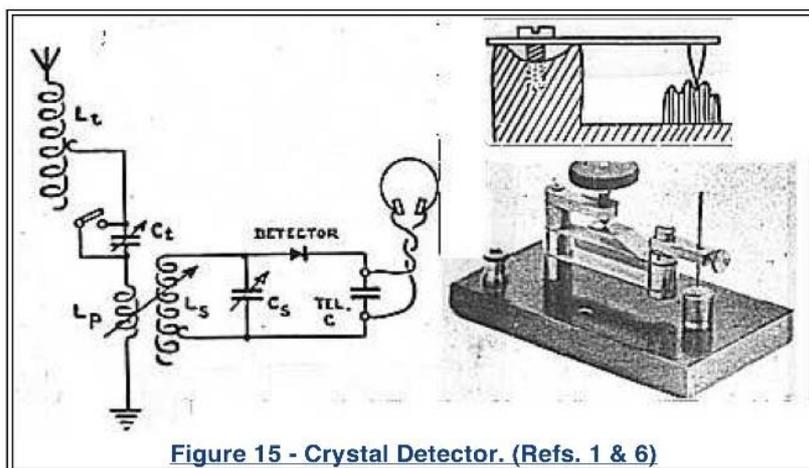
Quando un campo magnetico viene rimosso dal ferro dolce, vi è un ritardo nella caduta del campo magnetico, ciò che viene generalmente chiamata isteresi. A causa di questo effetto, il campo magnetico nel filo viene trascinato, oltre il normale campo magnetico, dal movimento del filo.

Quando viene ricevuto un segnale, un campo magnetico alternato ad alta frequenza viene sviluppato dalla corrente di segnale nella bobina A.

Ciò riduce l'effetto di isteresi e quindi aumenta la resistenza del campo dal magnete che passa attraverso la bobina B. Una variazione di intensità di campo attraverso la bobina B sviluppa una tensione su B in modo tale che ogni volta che viene ricevuto un treno d'onde, il ricevitore telefonico viene attivato generando suono.

Il Maggie come fu chiamato questo rivelatore, fu un deciso miglioramento rispetto ai precedenti rivelatori e fu usato come apparecchiatura Marconi standard per molti anni. Sebbene non sia più sensibile di Coherer, è stato robusto, affidabile e molto più veloce nel funzionamento.

IL RIVELATORE DI CRISTALLI

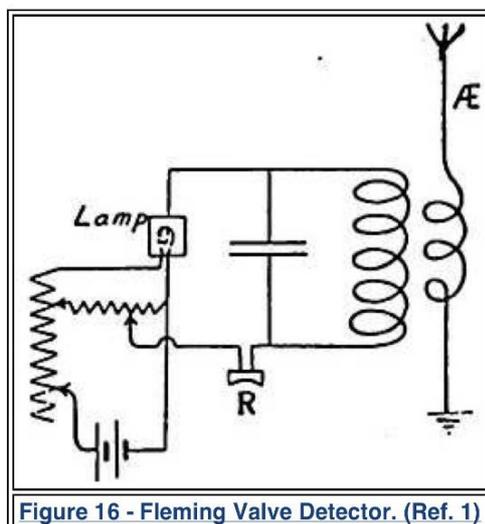


Un ulteriore sviluppo è stato il rivelatore di minerali o cristalli costituito da un pezzo di carborundo cristallino o silicio cristallino con un contatto di punta metallico come mostrato nella Figura 15.

Questo dispositivo ha condotto la corrente più facilmente in una direzione rispetto all'altra ed è stato il precursore del diodo a semiconduttore a punto di contatto moderno, il cui funzionamento è ora spiegato dalla teoria dello stato solido.

Ogni appassionato di radioamatori sa come funziona un ricevitore radio di cristallo. La rettifica tramite il rivelatore di cristalli produce un componente RF sovrapposto a un componente DC. Quando l'ampiezza del segnale RF varia con la modulazione o il treno a onde d'accensione, la componente DC cambia con esso. Un filtro passa basso formato dall'impedenza della cuffia e un condensatore di bypass rimuove il componente RF lasciando il segnale demodulato che guida le cuffie.

Un altro modo per spiegare il processo è considerare il segnale RF come un portante più i componenti della banda laterale. Se questi vengono alimentati attraverso un dispositivo non lineare, come il nostro rivelatore, si sviluppano componenti di frequenza differenziale tra la frequenza portante e le frequenze della banda laterale.



Questi componenti demodulati sono separati dalle frequenze RF dal filtro passa-basso e sono frequenze audio correlate alla frequenza di ripetizione del treno di scintilla o al parlato nel caso di un segnale di radiotelegrafia.

Un altro dispositivo utilizzato dai pionieri era il rivelatore elettrolitico. Ciò funzionava anche in modo non lineare in quanto la sua resistenza variava in funzione della corrente di segnale che lo attraversava.

Questo dispositivo verrà considerato ulteriormente quando si parla della ricezione della radiotelegrafia.

L'ultimo circuito ricevitore per il presente, mostrato in Figura 16, utilizza il rivelatore di valvole Fleming o, come sappiamo, il nostro rivelatore di valvole a diodi. Fu Edison che per primo scoprì che se un elemento riscaldato e una piastra metallica erano entrambi posti in una busta evacuata, la corrente fluiva in una direzione, ma non nell'altra. La valvola a diodi fu usata per la prima volta da Fleming per la rettifica nel processo di rivelazione e rimase come un

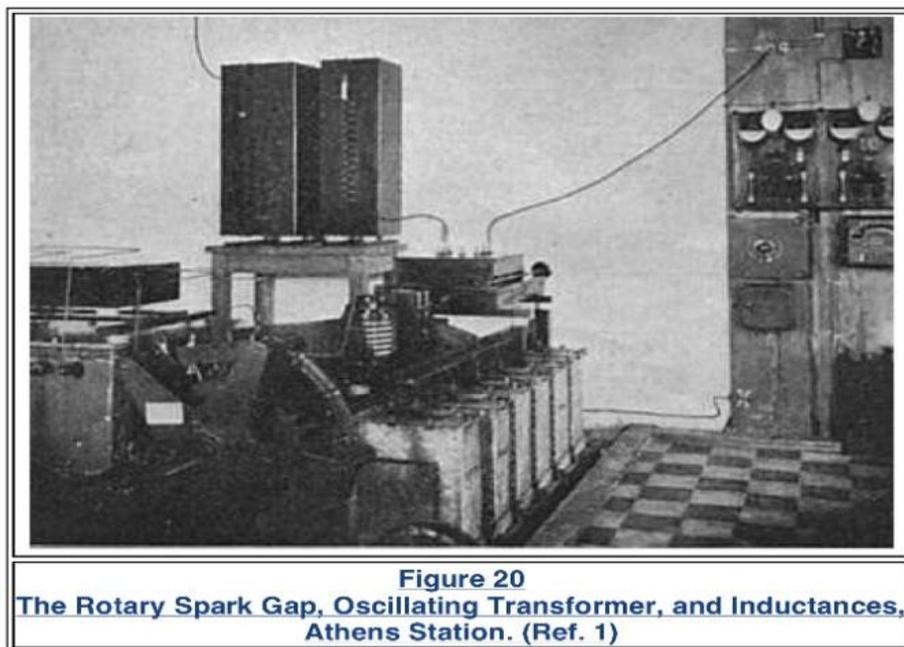
rivelatore ampiamente utilizzato nei ricevitori TRF e super-eterodina di un'epoca successiva, finché i dispositivi semiconduttori sostituirono le valvole come amplificatori e raddrizzatori.

INSTALLAZIONI WIRELESS

Questa sezione esaminerà alcune delle prime installazioni di stazioni wireless mostrate nelle Figure 17-23. Una tipica installazione iniziale della nave è mostrata nella Figura 17. In generale, le navi operavano su frequenze inferiori a un megahertz. Per la comunicazione a lunga distanza, nella banda VLF (LF) sono state utilizzate frequenze fino a 30 kHz (circa 9000 metri). La Figura 22 illustra i massicci sistemi aerei necessari per operare a queste lunghe lunghezze d'onda.

La Figura 20 è una fotografia interessante di una stazione di campo portatile per la cavalleria. Ha una dinamo azionata da un motore a benzina montato su una sella.

Un sottomarino dotato di una grande struttura aerea è mostrato in Figura 23. Secondo la fonte da cui è stato ottenuto, la struttura doveva essere crollata quando il sottomarino si è sommerso



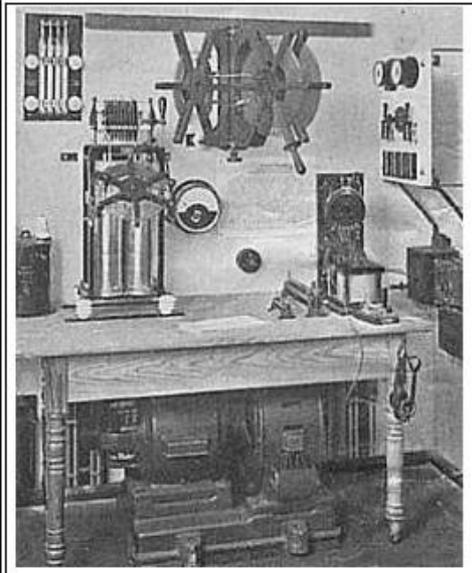


Figure 17 Standard Ship Set, (Ref 1)
Antenna Energy 1.5kW. Telefunken System.

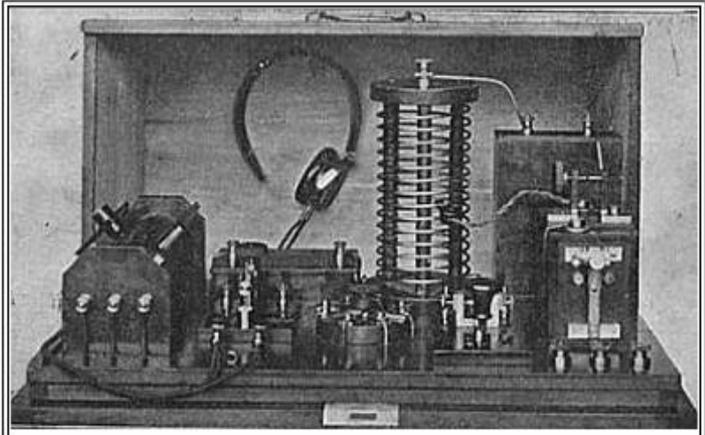


Figure 18 - Very Small Portable Wireless Station. (Ref. 1)

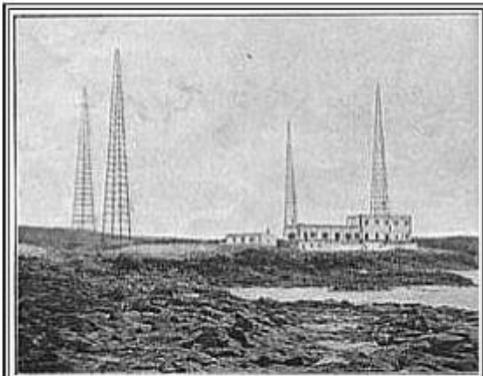


Figure 22 - The Lea Palmas Station (Ref. 1)

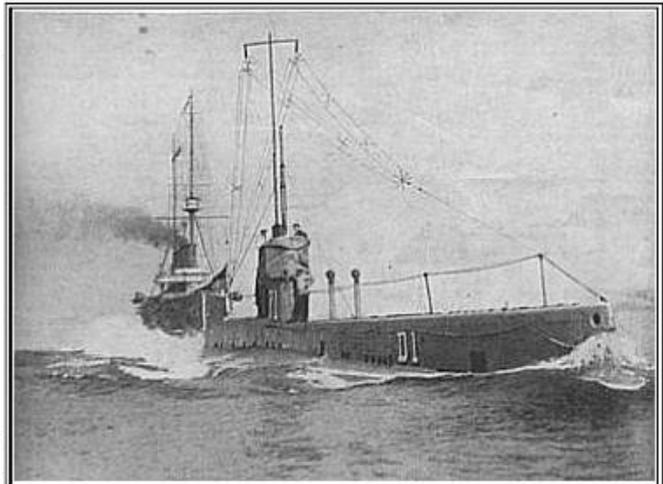


Figure 23
Wireless Aerial on a Submarine and HMS Drake (Ref. 2).



Figure 19
Interior of Station at Suva, Fiji Islands. (Ref. 1)

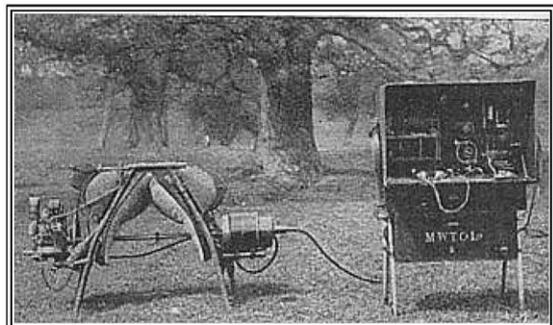
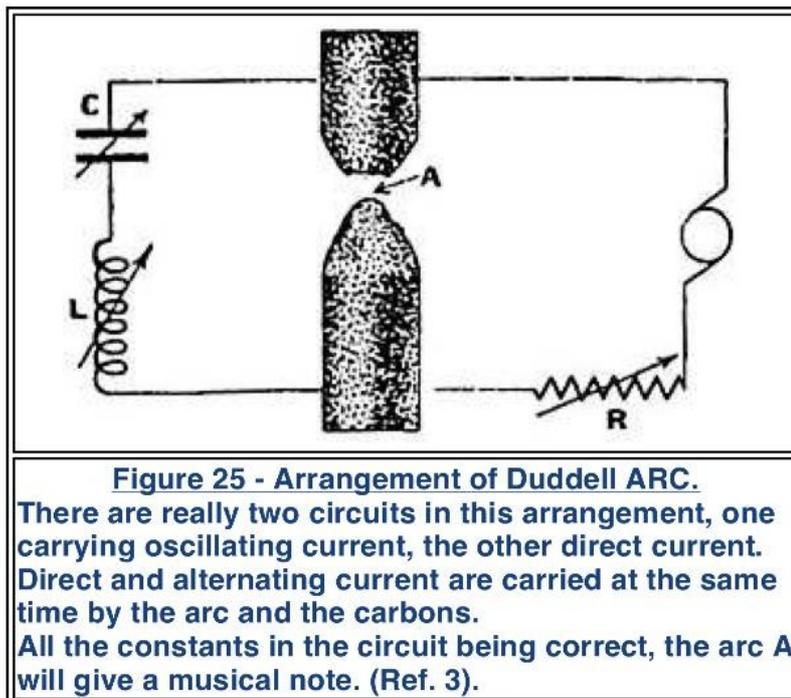


Figure 21
A Portable Field Station for Cavalry (Ref. 2)

ONDE CONTINUE

I metodi per la generazione di onde continue furono scoperti per la prima volta dal Professor Elihu Thompson e infine sviluppati per scopi telefonici wireless dal Professor R.A. Fessenden usando un alternatore ad alta frequenza accoppiato direttamente al sistema aereo. Lo sviluppo di alternatori speciali è stato effettuato da un ingegnere svedese E.F.W. Alexanderson. L'alternatore originale forniva una potenza di circa un kilowatt alla frequenza di 80kHz. Intorno al periodo della prima guerra mondiale, i trasmettitori dell'alternatore erano stati costruiti e messi in esercizio commerciale con una potenza di 200 kW. Questa era una potenza elevata per qualsiasi standard.

La scoperta dell'arco cantante di Duddell nel 1900 aprì un nuovo e promettente campo per la trasmissione a onde continue, soprattutto per scopi telefonici. Ha scoperto che in determinate circostanze, l'arco elettrico può essere impostato in uno stato di oscillazione continua ad alta frequenza, la frequenza dipende dalla percentuale di induttanza e capacità inserita in un ramo o cortocircuito dell'arco (fare riferimento alla Figura 25).



Brucciando nell'aria, la frequenza era limitata a circa 40kHz massimo e il sistema fu ulteriormente sviluppato da Poulsen che scoprì che la frequenza poteva essere aumentata formando l'arco in gas idrogeno o idrocarburi ad alta pressione. Anche il raffreddamento di uno dei poli ad arco con l'acquapera mantenerlo freddo era importante.

I gas sono stati utilizzati a causa della loro elevata capacità di conduzione del calore e per rendere l'effetto di raffreddamento ancora maggiore, l'arco è stato formato tra i poli di un elettromagneteforte. Con la repulsione del gas elettrizzato il campo magnetico ha causato una rapida circolazione del gas attorno agli elettrodi. Utilizzando il sistema Poulson (Poulsen), sono state raggiunte frequenze dell'ordine di un megahertz rispetto a 100kHz per il sistema dell'alternatore.

Ci sono veramente due circuiti in questa disposizione, uno che trasporta corrente oscillante, l'altra corrente continua. La corrente diretta e alternata vengono trasportate contemporaneamente dall'arco e dai carboni.

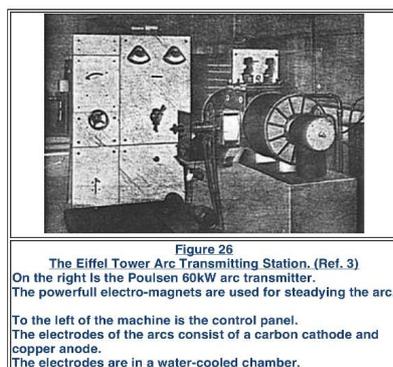
Tutte le costanti nel circuito sono corrette, l'arco A darà una nota musicale. (Rif. 3). Sempre riferendosi alla Figura 25, l'azione dell'arco cantante è spiegata dal Dr J A Fleming, come segue: se un condensatore in serie con un'induttanza di bassa resistenza è posto come uno shunt attraverso l'arco, il primo effetto è di rubare l'arco di una certa corrente per caricare il condensatore. Questa azione tuttavia non diminuisce, ma aumenta leggermente la potenziale differenza dei carboni.

Quindi il condensatore continua a essere caricato. Quando la carica è completa, la corrente attraverso l'arco è di nuovo ferma e il condensatore inizia a scaricare di nuovo attraverso l'arco. Ciò tuttavia aumenta la corrente e diminuisce il potenziale dei carboni, quindi l'azione procede finché il condensatore non viene scaricato.

Nel circuito questi sono in realtà due percorsi circuitali, uno che trasporta una corrente oscillante e l'altro una corrente continua. Il primo è il circuito CLA, mentre il secondo è il circuito del generatore e RA. L'arco A porta quindi sia la corrente alternata che la corrente alternata ad alta frequenza allo stesso tempo.

Le azioni dell'arco cantante sono anche spiegate da Duddell per dipendere dal fatto che l'arco stesso deve essere considerato come avente una resistenza negativa. Vale a dire, che in qualsiasi momento, il cambiamento istantaneo in volt diviso per il corrispondente cambiamento istantaneo in ampere nel circuito ACL, deve essere un valore maggiore della resistenza del circuito e segno negativo, in modo che in ogni ciclo il la corrente aumenta mentre la tensione diminuisce.

Queste stesse condizioni sono, ovviamente, necessarie per mantenere l'oscillazione continua in qualsiasi circuito oscillante, sia esso valvola, transistor o qualsiasi altra cosa.



Un'installazione tipica nella Torre Eiffel a Parigi è mostrata nella Figura 26.

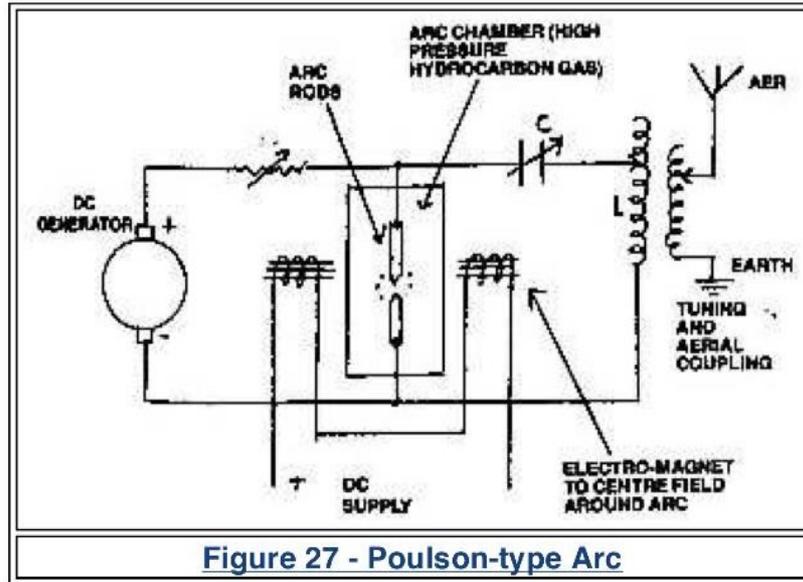


Figure 27 - Poulson-type Arc

Le azioni dell'arco cantante sono anche spiegate da Duddell per dipendere dal fatto che l'arco stesso deve essere considerato come avente una resistenza negativa. Vale a dire, che in qualsiasi momento, il cambiamento istantaneo in volt diviso per il corrispondente cambiamento istantaneo in ampere nel circuito ACL, deve essere un valore maggiore della resistenza del circuito e segno negativo, in modo che in ogni ciclo il la corrente aumenta mentre la tensione diminuisce.

Queste stesse condizioni sono, ovviamente, necessarie per mantenere l'oscillazione continua in qualsiasi circuito oscillante, sia esso valvola, transistor o qualsiasi altra cosa.

TELEFONIA WIRELESS

Il trasmettitore telefonico wireless utilizzato dal professor Fessenden è illustrato nella Figura 28.

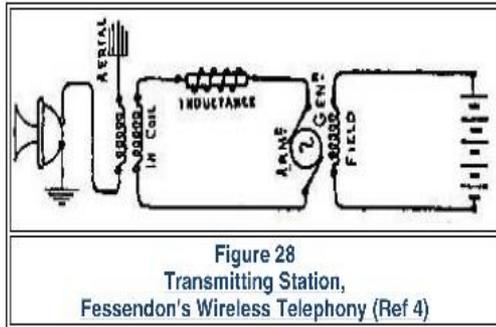


Figure 28
Transmitting Station,
Fessenden's Wireless Telephony (Ref 4)

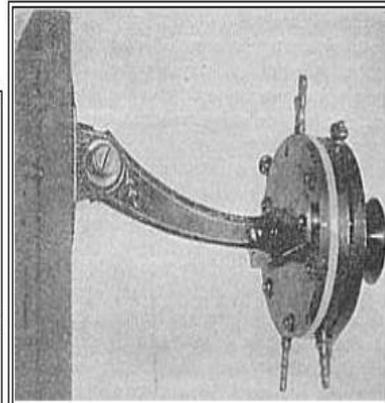


Figure 29
Fessenden's Wireless Trough Carbon
Transmitter (Ref 4)

La frequenza portante è generata da un alternatore ad alta frequenza e la modulazione di ampiezza delle onde continue si ottiene facendo passare la corrente aerea attraverso un trasmettitore telefonico solido in granuli di carbonio così costruito in modo da permettere una corrente molto alta senza surriscaldamento.

Il suono al diaframma del trasmettitore telefonico variava la resistenza dei granuli e quindi la resistenza di perdita nel circuito aereo.

Il calore generato è stato dissipato costruendo la camera di carbone con due solchi profondi in modo da ottenere una grande superficie di raffreddamento ad aria. In un modello successivo e più performante, chiamato trasmettitore a depressione, lo stesso obiettivo è stato ottenuto facendo circolare l'acqua attraverso una camicia d'acqua che circonda la camera di carbonio. Questa forma, mostrata nella Figura 29, può trasportare continuamente fino a 15 ampere di corrente RF.

Un'altra forma di trasmettitore utilizzata con notevole successo era il trasmettitore idraulico Majorana.

Il funzionamento di questo era basato sulle proprietà capillari di getti di liquido e il dispositivo era costituito da un piccolo tubo di vetro da cui fuoriusciva un getto di acqua acidulata sotto pressione costante. Il tubo di vetro era collegato al diaframma del trasmettitore con un involucro elastico e il getto d'acqua cadeva tra due piastre di platino.

Con un getto costante, c'era una resistenza costante tra le piastre, ma se il diaframma veniva fatto oscillare da una sorgente sonora, la resistenza tra le piastre, controllata dal getto, variava.

Altri sistemi di telefonia senza fili hanno fatto uso dell'arco cantante. Il professor Ruhmer usava una connessione in serie di 12 archi, ognuno con un polo di carbonio e rame, quest'ultimo tenuto al fresco dalla circolazione dell'acqua all'interno. Gli archi in questo caso non erano chiusi; o sotto pressione. Gli archi erano azionati con una corrente di quattro ampere, a una tensione di 440 volt e la frequenza operativa era di 400 kHz. La Figura 30 mostra il sistema di trasmissione utilizzato. Gli archi della serie 12 sono mostrati come uno nel diagramma. La modulazione di ampiezza si ottiene accoppiando l'uscita di un trasmettitore telefonico a granuli di carbonio nel circuito ad arco tramite un trasformatore per modulare la corrente attraverso l'arco.

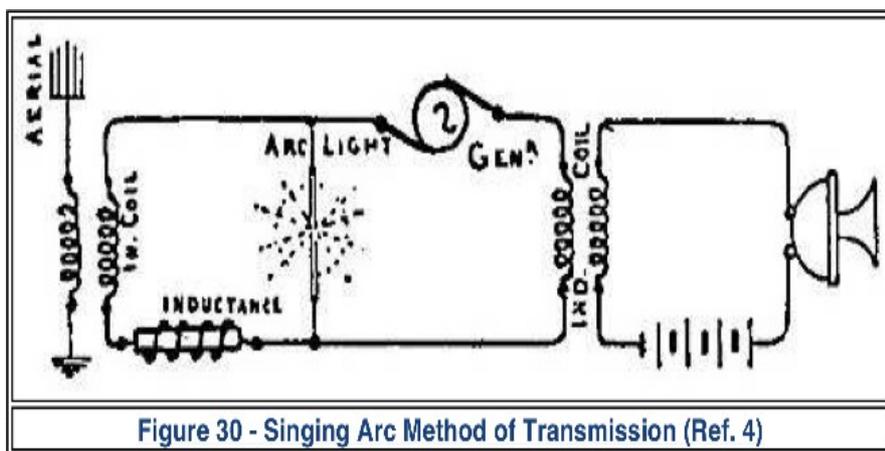


Figure 30 - Singing Arc Method of Transmission (Ref. 4)

È difficile capire come la bassa potenza di un trasmettitore o di un microfono possa modulare efficacemente l'alta potenza dell'arco, ma si afferma in riferimento a quanto che variazioni relativamente piccole al microfono causano fluttuazioni molto grandi nel funzionamento degli archi. Un sistema successivo utilizzato da Poulsen aveva 12 trasmettitori di granuli di carbonio a retro solido con uscite elettriche collegate in parallelo e tutti alimentati dall'unico bocchino vocale comune.

Un altro sistema di modulazione per trasmettitori di tipo ad alternatore è brevemente descritto nel riferimento quattro. L'amplificazione efficace del segnale modulante si ottiene modulando la corrente del campo DC all'alternatore che a sua volta controlla la tensione di uscita CA.

Fino al momento in cui sono diventati disponibili metodi di amplificazione delle valvole, l'uscita di potenza dei trasmettitori radio-telefonici era limitata dalla capacità di controllo corrente dei dispositivi di trasmissione del microfono.

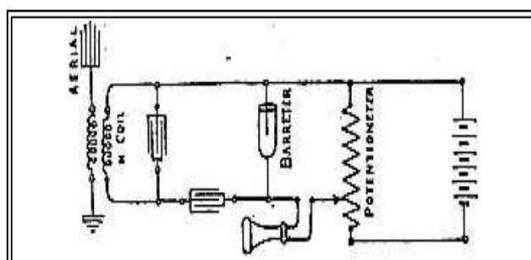


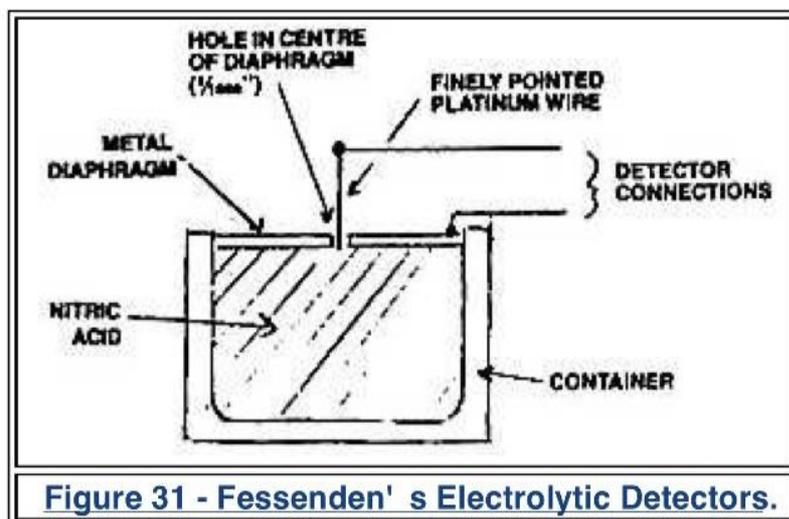
Figure 32
Barretter Receiving Circuit, Fessenden's System (Ref. 4)

Un singolo trasmettitore in granuli di carbonio solido posteriore sviluppato da Fessenden potrebbe variare la corrente di circa mezzo ampere. Il sistema parallelo multiplo utilizzato da Poulsen potrebbe variare da 10 a 12 ampere.

Laddove il dispositivo è stato utilizzato per modulare il campo di un alternatore ad alta frequenza, sono state raggiunte le potenze di uscita dall'alternatore fino a 10 kW. Quanto bene il vettore sia stato modulato da questi sistemi non è chiaro dai riferimenti.

RICEVITORI DI TELEFONIA SENZA FILI

Il professor Fessenden è accreditato con una grande quantità di sviluppo dei primi sistemi di telefonia wireless e nei suoi esperimenti, ha fatto uso di un certo numero di diversi sistemi di rilevamento. Un rilevatore utilizzava il dispositivo a barretta liquido elettrolitico mostrato nella Figura 31.



Questo dispositivo è costituito da un piccolo cilindro contenente un liquido conduttivo, come l'acido nitrico. Un diaframma metallico, con un piccolo foro al centro, è immerso nel liquido, insieme a un filo di platino finemente appuntito al centro del foro.

Il diaframma e il filo sottile sono collegati nel circuito del rivelatore formando l'elemento non lineare per il rilevamento (vedere la Figura 32).

L'operazione è tale che lo strato di liquido tra il punto fine e il bordo del foro forma un elemento di resistenza che varia in proporzione all'intensità del segnale.

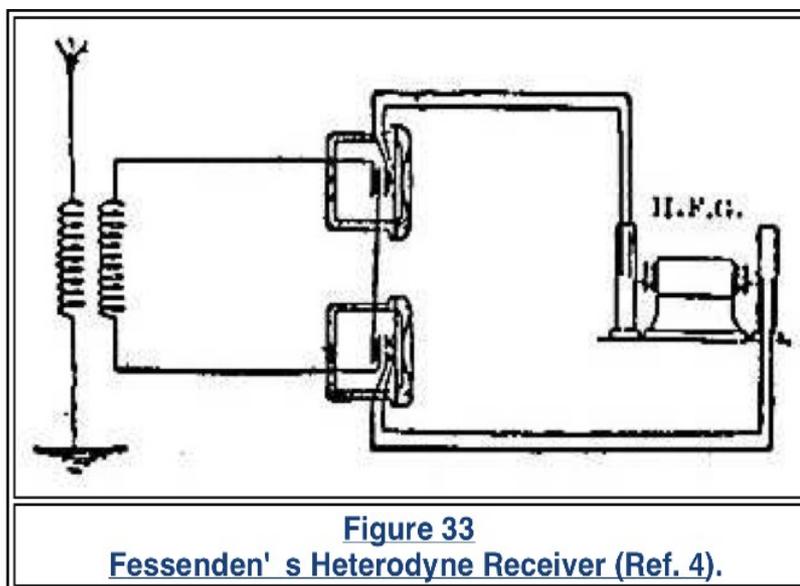
Il barretter (ballast resistor o resistenza di zavorra) è polarizzato con una corrente continua dalla batteria che, si presume, consente di impostare il barretter per la massima pendenza nella resistenza rispetto alla caratteristica corrente.

Secondo un riferimento, il rivelatore potrebbe rispondere a segnali di 150 micro-volt. Fessenden fece anche uso di un barretter termico.

Era fatto come una lampada elettrica con una lunghezza molto breve di filo di platino con un diametro di 0,06 mil. Molti di questi sono stati utilizzati in serie come elemento non lineare nel sistema di rilevamento. Questo utilizzando il principio che la resistenza del filo varia in funzione della sua temperatura e quindi la resistenza varia con la forza della tensione del segnale attraverso il filo.

Fessenden è stato in grado di migliorare ulteriormente la sensibilità del rilevamento grazie all'uso del suo ricevitore eterodina. Eterodina significa combinare due frequenze per produrne una terza. Ad esempio, se due frequenze di 100kHz e 98kHz sono eterodinate, vengono prodotte le frequenze di somma e differenza. Se le frequenze più alte vengono filtrate, rimane la differenza di frequenza di 2kHz.

La Figura 33 mostra il sistema di rivelatori eterodina utilizzato da Fessenden. I due ricevitori del telefono o le cuffie hanno ciascuno due bobine attorno ad un nucleo di ferro morbido. Una bobina è accoppiata al diaframma di mica e l'altra è fissa.



Una bobina è collegata alla sorgente del segnale ricevuto dall'antenna e l'altro è collegato a una delle uscite del generatore di alta frequenza (HFG), impostato sulla stessa frequenza del vettore in ingresso.

Il funzionamento del ricevitore eterodina sembra essere il seguente:

A causa della sua inerzia, il diaframma, senza modulazione, non segue il segnale ad alta frequenze, in ogni caso, il segnale non può essere sentito dall'orecchio umano.

Con la modulazione, le frequenze dei componenti della banda laterale vengono ricevute e il campo magnetico sommato che causa attrazione e repulsione tra le due bobine (e lo spostamento del diaframma), contiene un componente che il diaframma può seguire in frequenza uguale alla frequenza di differenza delle bande laterali e l'alta frequenza generatore. Questo componente di differenza è ovviamente il nostro discorso demodulato o segnale telefonico.

Altri rivelatori utilizzati per la telefonia wireless erano il rivelatore di cristalli e il rivelatore di valvole Fleming, entrambi descritti in precedenza.

Mentre la telegrafia wireless commerciale è diventata ben consolidata senza la valvola dell'amplificatore, la prima telefonia wireless sembrava essere principalmente sperimentale fino a quando l'introduzione della valvola dell'amplificatore consentiva un ulteriore sviluppo della comunicazione vocale commerciale e della radiodiffusione.

CONCLUSIONI

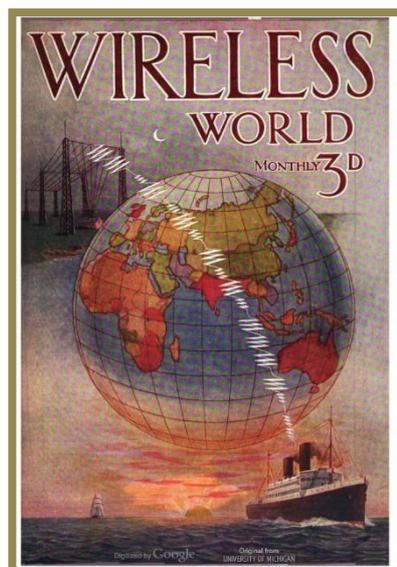
L'era delle comunicazioni wireless discusse qui è da poco passata. Un mondo dell'elettronica senza computer, circuiti integrati, transistor e valvole. A quel tempo, il potenziale uso della ionosfera e delle frequenze più alte doveva ancora essere scoperto.

Forse tecnologia con roba vecchia, ma è stata il fondamento di un progresso quasi esplosivo nella tecnologia elettronica che ha ormai dominato le nostre vite in quasi tutti i luoghi in cui lavoriamo e nelle nostre case.

Più invecchiamo e più ci piace goderci la ricerca del passato. La preparazione di questo materiale è stato un esercizio molto interessante per noi.

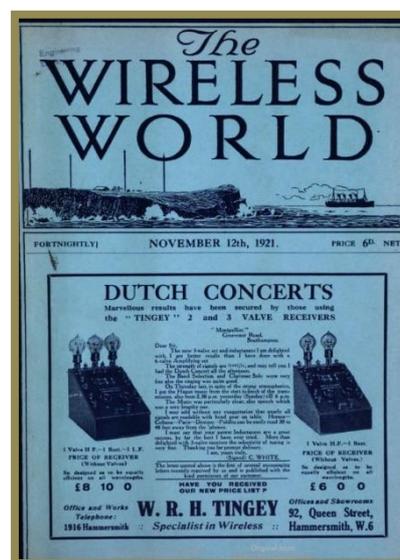
RIFERIMENTI

- 1 *Wireless Telegraphy - Simply Explained ...* H T Davidge 1912.
- 2 *New Harmsworth Self-Educator ...* All'inizio del 1900.
- 3 *Enciclopedia dei dizionari di Harmsworths ...* 1923.
- 4 *The Practical Telephone Handbook ...* J. Poole 1912.
- 5 *Manuale di istruzioni tecniche per radiotelegrafisti ...* H M Dowsett & L E Q Walker 1942.
- 6 *Manuale di Wireless Telegraphy ...* H M Admiralty 1938.
- 7 *Lo sviluppo storico della comunicazione radio.* J R Cox VK6NJ. *Radio amatoriale, dicembre 1964 - giugno 1965 (serie continue)*
- 8 *Da Spark a Satellite - Una storia di comunicazione radio ...* Stanley Leinwell 1979.



RINGRAZIAMENTI

Molti degli schemi e delle fotografie sono stati riprodotti dalle pubblicazioni nell'elenco dei riferimenti, articoli da 1 a 6. (La fonte è indicata in ciascun caso all'interno delle didascalie di seguito). Gli articoli di pubblicazione da 1 a 4 hanno da 80 a 100 anni. Tuttavia gli articoli 5 e 6 sono più recenti e previa approvazione per riprodurre gli schemi o le fotografie pertinenti in "Radio amatoriale" è stato ottenuto dagli editori di origine "Wireless World" e "Her Majesty's Stationary Office".



Tratto da
https://www.qsl.net/vk5br/Before_Valve_Amp.pdf

