

CAPITOLO I

INTRODUZIONE ALLA RADIO

Generalità.

a) Il successo e l'insuccesso di qualunque missione militare dipende dall'efficienza o meno del suo sistema di comunicazioni. Nei tempi odierni di guerra lampo, una comunicazione rapida e sicura è di più vitale importanza che nel passato. L'avvento della guerra meccanizzata, resa possibile dallo sviluppo dei veicoli a motore, degli aeroplani e dei carri armati, richiede un sistema di comunicazioni rapido, mobile, flessibile. La radio è il solo mezzo di comunicazione che soddisfa a questi requisiti. L'efficiente coordinazione di tutte le unità che costituiscono una moderna forza combattente sarebbe virtualmente impossibile senza le radiocomunicazioni. Centinaia di migliaia di complessi radio sono usati nelle armate per: dirigere i carri armati nella battaglia, rivelare l'avvicinamento degli aerei nemici, guidare i nostri aeroplani da caccia per prendere contatto con quelli nemici, dirigere i nostri bombardieri sui bersagli e guidarli nella strada di ritorno. Piccoli complessi portatili consentono comunicazioni istantanee per le truppe a piedi, e potenti stazioni fisse trasmettono ordini ai comandanti nella zona di battaglia. Tutti questi apparati debbono essere fatti funzionare in modo appropriato e bisogna eseguirne la manutenzione perchè altrimenti sarebbero inutili. Il mancato funzionamento di una stazione radio nel campo di battaglia può causare l'insuccesso di una missione e la perdita di molte vite umane.

b) La radio non è difficile da imparare se i suoi fondamenti sono insegnati passo per passo. Una cognizione esatta delle sue basi permette al tecnico ed al radio operatore di comprendere il funzionamento degli apparati e di ottenerne nell'impiego i migliori risultati.

Leggi fondamentali dell'elettricità.

a) Le leggi basilari che governano i fenomeni elettrici nei sistemi di radio comunicazioni sono in gran parte le stesse di quelle che si studiano negli ordinari sistemi elettrici di potenza. In questo manuale sono ricordati i principi elettrici per quel tanto che è necessario nelle applicazioni della radiotecnica.

b) Un principio elementare di trasmissione radio può essere più facilmente compreso se è confrontato con il funzionamento di un trasformatore. Se due bobine sono accoppiate insieme magneticamente ed una corrente alternata è applicata ad una bobina (chiamata primaria), una corrente alternata simile appare nella seconda bobina (chiamata secondaria), pur non essendovi alcuna connessione fisica o meccanica fra le due bobine. Nella trasmissione radio, una corrente alternativa ad alta frequenza, che è chiamata corrente a radio frequenza (r. f.), è applicata ad un filo indicato con il nome di *antenna trasmittente*. La corrente a r. f. che percorre questo filo, crea un campo magnetico ad alta frequenza intorno al filo. Se un secondo filo, denominato *antenna ricevente*, è posto in una località nella quale arriva il campo magnetico dell'antenna trasmittente, una corrente a r.f. percorrerà questo secondo filo. Quindi l'antenna trasmittente corrisponde al primario di un trasformatore e l'antenna ricevente corrisponde al suo secondario. L'effetto dell'antenna trasmittente sull'antenna ricevente è simile all'effetto del primario sul secondario del trasformatore.

3. Frequenze per le comunicazioni.

a) Un'onda di corrente alternata compie un certo numero di cicli per secondo. Questo numero (c.p.s.) determina la frequenza dell'onda. Le frequenze che possono essere impiegate a scopo di comunicazione possono essere divise in due grandi gruppi: *audiofrequenze* e *radiofrequenze*.

b) Le audiofrequenze sono quelle comprese fra 15 e 20.000 cicli per secondo, alle quali l'orecchio umano normalmente risponde. I suoni a frequenze inferiori a 20 c.p.s. sono riconoscibili più come impulsi singoli che come toni. Le frequenze che contribuiscono maggiormente all'intelligibilità del parlare umano cadono approssimativamente fra 200 e 2500 cicli per secondo. La parola e la musica consistono effettivamente di combinazioni molto complicate di frequenze aventi forma irregolare e continuamente variabile. Vi sono frequenze armoniche che sono multiple della frequenza fondamentale (tono) e danno caratteristiche individuali ai suoni aventi la stessa frequenza fondamentale, ma provenienti da sorgenti differenti. Così, un violino ed un piano, entrambi emittenti un tono di 1000 cicli, non danno un suono uguale perchè sono presenti armoniche caratteristiche diverse. È stato determinato sperimentalmente che l'orecchio umano risponde meglio ai suoni di circa 2.000 cicli per secondo. Le onde sonore intorno ai 15.000 cicli per secondo e quelle ancora più alte, come quelle originate dai fischi acutissimi, sono in genere non udibili dall'orecchio medio.

Le frequenze audio sono usate per azionare i ricevitori telefonici, gli altoparlanti e gli altri dispositivi meccanici previsti per la riproduzione delle onde sonore che sono udibili dall'orecchio. Benchè le audio frequenze non possono essere direttamente usate per scopi di trasmissione, esse hanno una grande importanza nel campo delle radiocomunicazioni.

c) Le radiofrequenze si estendono da circa 20 chilocicli (cicli 20.000) ad oltre 30.000 megacicli (30.000.000.000 cicli). Poichè gruppi differenti di frequenze comprese entro questa larga banda producono effetti differenti nelle trasmissioni, le radiofrequenze sono divise in gruppi o bande per comodità di studio e di riferimento. Le bande usate per scopi militari sono mostrate nella Tabella I.

Poichè queste bande di frequenze presentano differenti caratteristiche di trasmissione, è conveniente annotare i risultati che possono attendersi dall'uso delle varie frequenze in condizioni normali di funzionamento.

Questi risultati sono indicati dalla Tabella II.

TABELLA I

B A N D A	GAMMA DI FREQUENZA
Bassa frequenza (b. f.)	da 30 a 300 kc/s
Media frequenza (m. f.)	da 300 a 3.000 kc/s
Alta frequenza (h. f.)	da 3 a 30 mc/s
Altissima frequenza (v. h. f.)	da 30 a 300 mc/s
Ultra alta frequenza (u. h. f.)	da 300 a 3.000 mc/s

TABELLA II

B A N D A	P O R T A T A (1)		P O T E N Z A R I C H I E S T A	L U N G H E Z Z A D' A N T E N N A
	Giorno	Notte		
Basse frequenze	Lunga	Lunga	Molto alta	Lunga
Medie frequenze	Media	Lunga	Da alta a media	Lunga
Alte frequenze (da 3 a 10 mc/s)	Corta	Media o lunga	Media	Media
Alte frequenze (da 10 a 30 mc/s)	Lunga	Corta	Bassa	Corta
Altissime frequenze (v. h. f.)	Corta	Corta	Bassa	Molto corta

(1) Lunga portata: oltre i 2.500 chilometri.
 Portata media: dai 300 chilometri ai 2.500 chilometri
 Portata corta: sotto i 300 chilometri.

4. Relazione fra la radiofrequenza e la lunghezza d'onda.

a) Quando una corrente a r.f. percorre un'antenna trasmettente, sono irradiate da essa delle onde radio in tutte le direzioni, così come le onde dell'acqua provocate da un sasso lanciato su una superficie stagnante viaggiano allontanandosi dal punto colpito. È stato trovato che le onde radio viaggiano con una velo-

cià di 300.000.000 di metri al secondo. Le onde radio sono prodotte inviando una corrente alternativa ad alta frequenza su un filo. La frequenza dell'onda radiata dal filo sarà pertanto uguale alla frequenza, o numero di cicli per secondo, dalla corrente alternata ad alta frequenza.

b) Poichè la velocità di un'onda radio è costante, per trovare, indipendentemente dalla sua frequenza, la lunghezza d'onda (che è la distanza percorsa dalla radioonda nel tempo richiesto da un ciclo) è solo necessario dividere la velocità per la frequenza dell'onda. Questa è una importante relazione delle radiocomunicazioni:

$$\frac{300.000.000 \text{ (velocità in metri per secondo)}}{\text{Frequenza (in cicli per secondo)}} = \frac{\text{Lunghezza d'onda}}{\text{(in metri).}}$$

Questa stessa relazione può essere espressa in un altro modo. Se la lunghezza d'onda è conosciuta, la frequenza può essere trovata dividendo la velocità per la lunghezza d'onda.

$$\frac{300.000.000 \text{ (velocità in metri al secondo)}}{\text{Lunghezza d'onda (in metri)}} = \text{Frequenza (in cicli al secondo).}$$

c) Le radioonde sono usualmente espresse in termini della loro frequenza. Poichè le frequenze impiegate nelle trasmissioni radio si estendono da parecchie migliaia a molte centinaia di milioni di cicli per secondo, è più conveniente esprimerle in chilocicli per secondo (kc) ed in megacicli per secondo (mc).

1 khz = 1.000 cicli per secondo.

1 mhz = 1.000 khz = 1.000.000 cicli per secondo.

5. Elementi delle radiocomunicazioni.

a) Per trasmettere a mezzo radio dei messaggi da una località ad un'altra, sono necessarie le seguenti attrezzature fondamentali (vedere fig. 1).

1) *Un trasmettitore*, per generare le onde di energia a r.f.

2) *Un tasto di manipolazione* od un *microfono* per controllare queste onde di energia.

- 3) *Un'antenna trasmittente*, per irradiare le onde a r. f.
- 4) *Un'antenna ricevente*, per intercettare una parte delle onde a r. f. irradiate.
- 5) *Un ricevitore*, per trasformare le onde a r. f. intercettate in onde ad audiofrequenza.
- 6) *Un altoparlante* o una *cuffia telefonica*, per trasformare le onde ad audiofrequenza in suono.

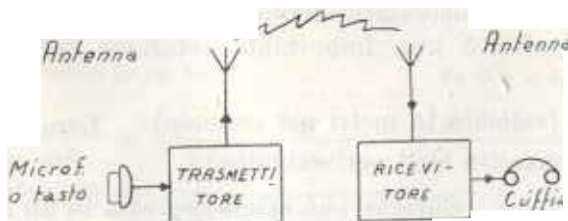


FIG. 1 - Diagramma a blocchi dell'equipaggiamento radio fondamentale.

b) Il trasmettitore radio più semplice possibile (fig. 2) consiste in un *alimentatore di potenza* e in un dispositivo chiamato *oscillatore*, per generare le correnti alternate a r. f.

L'alimentatore di potenza può essere dato da *batterie*, o da un *generatore elettromeccanico*, oppure da una *sorgente di potenza alimentata dalla rete*.

Per poter accordare tale trasmettitore alla desiderata frequenza di funzionamento, l'oscillatore deve contenere un *circuito accordato*.

È pure necessario poter disporre di un dispositivo che controlli l'energia a radiofrequenza generata da questo trasmettitore, se debbono essere inviati dei messaggi con questo mezzo. Il modo più facile per fare ciò consiste nell'impiegare un tasto per la manipolazione telegrafica (che è un semplice commutatore per controllare il flusso della corrente elettrica) connesso in serie con l'alimentatore di potenza e con l'oscillatore. Quando il tasto è in

funzione, la potenza applicata all'oscillatore è inserita e disinserita per intervalli variabili di tempo, in modo da poter determinare emissioni brevi (punti) ed emissioni un po' più lunghe (linee) di

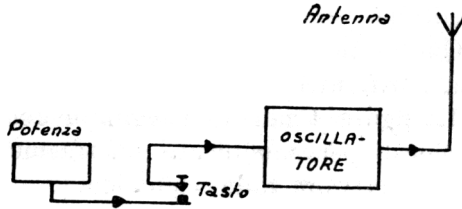


FIG. 2 - Diagramma a blocchi di un semplice trasmettitore radio.

energia a r. f. Poichè la potenza d'uscita, o l'energia a r.f., generata da questo oscillatore non è normalmente abbastanza grande da permettere trasmissioni aventi lunghe portate, esso è raramente usato da solo come radiotrasmettitore. Per accrescere, od amplificare, la potenza dell'oscillatore, un dispositivo conosciuto come un *amplificatore* a r.f. è generalmente impiegato nei moderni trasmettitori radio. L'aggiunta di questo *stadio* è indicata dalla figura 3. Tale trasmettitore è completamente soddisfacente

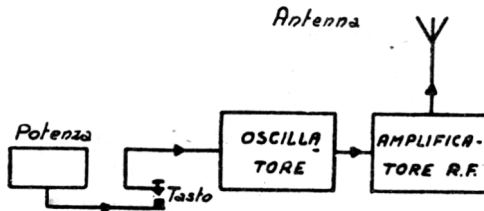


FIG. 3 - Diagramma a blocchi di un trasmettitore con oscillatore e amplificatore.

per gli scopi pratici, quando è desiderata soltanto radiotelegrafia, ossia trasmissione a codice. Tuttavia, per poter trasmettere dei messaggi a mezzo della voce è necessario escogitare qualche mezzo

per controllare l'uscita del trasmettitore in accordo con le frequenze della voce (audiofrequenze). Nei trasmettitori radiotelefonici moderni ciò è compiuto a mezzo di un modulatore che fa aumentare o diminuire l'uscita del trasmettitore in accordo con le frequenze vocali che vengono generate quando la parola entra nel microfono. Questo procedimento prende il nome di *modulazione* ed un'onda a r.f. modificata in questo prende il nome di *onda modulata*. La figura 4 mostra l'aggiunta del modulatore e del microfono richiesti per modificare un trasmettitore radiotelegrafico in un trasmettitore radiotelefonico.

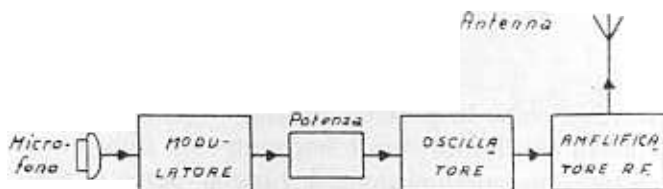


FIG. 4 - Diagramma a blocchi di un trasmettitore radiotelefonico

c) Il ricevitore radio opera in modo differente dal trasmettitore ora discusso. Consideriamo il diagramma di un semplice radio ricevitore (vedere fig. 5). Le onde a radiofrequenza (provenienti da un trasmettitore) raggiungono l'antenna del ricevitore. Se una cuffia telefonica fosse connessa direttamente all'antenna ricevente per cercare di ricevere l'onda radio in arrivo, l'esito sarebbe negativo poichè l'orecchio umano non risponde alle radiofrequenze. È necessario pertanto un metodo a mezzo del quale l'«intelligenza» sotto la forma di onde ad audiofrequenza, possa essere estratta dalle onde a radiofrequenza e convertita in suono nella cuffia. Il circuito impiegato nei radioricevitori per compiere ciò si chiama *rivelatore*, poichè esso rivela effettivamente il segnale in arrivo (*radioonde*). Poichè il trasmettitore radio emette radioonde di una certa frequenza, il ricevitore deve disporre di qualche mezzo di *accordo* che *selezioni* la frequenza dell'onda radio desiderata. Questo è necessario per eliminare la ricezione contempo-

reana di molti segnali radio di frequenze differenti. Quella parte del rivelatore che è usato per eseguire la scelta del segnale desiderato è chiamato *circuito accordato*. Poichè un segnale radio diminuisce d'intensità, o di ampiezza, in modo molto rapido dopo che esso lascia l'antenna trasmittente, è raramente possibile l'impiego di un solo amplificatore per la utile ricezione del segnale desiderato. Più grande è la distanza fra antenna trasmittente e antenna ricevente e più grande sarà la riduzione, ed attenuazione, dell'intensità del segnale. Quando il segnale raggiunge il ricevitore può essere così debole da non essere compreso nella cuffia. L'effettivo segnale a radiofrequenza raccolto da un'antenna ricevente,

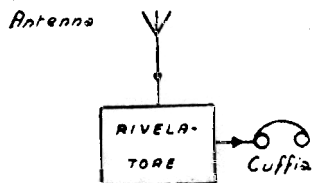


FIG. 5 - Diagramma a blocchi di un ricevitore semplice.

nelle normali comunicazioni radio è usualmente di pochi microvolt, e milionesimi di volt. Per poter aumentare il livello dell'uscita ad audiofrequenza del rivelatore, così da ottenere una ricezione soddisfacente nella cuffia, è impiegato un amplificatore ad audiofrequenza nel maggior numero di ricevitori. La figura 6 mostra un amplificatore ad audiofrequenza aggiunto al ricevitore radio

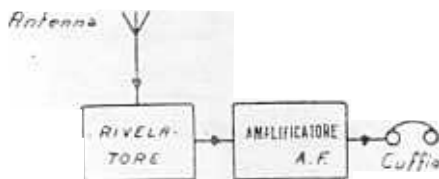


FIG. 6 - Diagramma a blocchi del rivelatore e dell'amplificatore audiofrequenza (a. f.).

semplice. Se si vuole aumentare ancora di più la *sensibilità* (abilità a ricevere segnali deboli) del ricevitore, sarà necessario amplificare il segnale a radiofrequenza prima che esso raggiunga il rivelatore. Questo è fatto a mezzo di un amplificatore a radiofrequenza.

Poichè l'amplificatore a r.f., al pari del ricevitore, è munito di uno o più circuiti accordati, per cui esso amplifica *soltanto* il segnale desiderato, l'aggiunta nel ricevitore di un amplificatore a r. f., non soltanto fa aumentare la sensibilità, ma pure accresce la *selettività* (abilità nel discriminare i segnali). Le parti essenziali di un ricevitore radio moderno sono indicate nella figura 7.

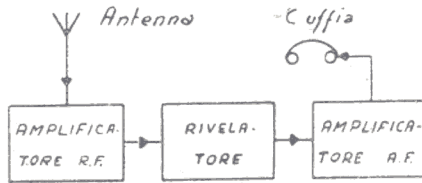


FIG. 7 - Diagramma a blocchi di un ricevitore radio completo