

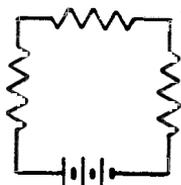
CAPITOLO II

ELEMENTI DEI CIRCUITI E SIMBOLI

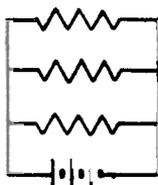
6. Circuiti semplici.

a) È stato mostrato che i trasmettitori ed i ricevitori radio sono costituiti da un certo numero di circuiti, ciascuno dei quali ha un compito definito nel funzionamento del complesso. Il mancato funzionamento di uno qualunque di questi circuiti può provocare il non funzionamento dell'intero complesso. È pertanto necessario uno studio accurato di tali circuiti e delle loro singole parti.

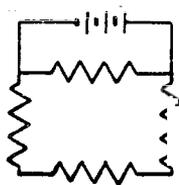
b) Vi sono tre tipi generali di circuiti elettrici conosciuti, quali: *circuito serie*, *circuito parallelo* e *circuito serie-parallelo*, in dipendenza della disposizione delle parti (vedere fig. 8). Una



Circuito con connessioni in serie.



Circuito con connessioni in parallelo.



Combinazioni di connessioni serie-parallelo.

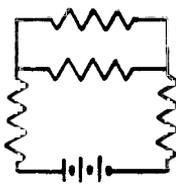


Fig. 8 - Circuiti semplici.

relazione semplice, conosciuta come legge di Ohm, esiste fra tensione, corrente e resistenza nei circuiti elettrici. Quando due di questi valori sono conosciuti, può essere facilmente trovato il terzo.

c) La semplice legge di Ohm dice che la corrente in un circuito è uguale alla tensione applicata al circuito divisa per la resistenza.

$$I \text{ (ampère)} = \frac{E \text{ (volt)}}{R \text{ (ohm)}}$$

Questa è la forma che è usata quando sono conosciute la tensione applicata al circuito e la resistenza del circuito e si desidera trovare il valore della corrente.

d) Se sono conosciute la corrente e la resistenza del circuito, la tensione applicata al circuito può essere trovata a mezzo della seconda forma della legge di Ohm che dice che la corrente moltiplicata per la resistenza è uguale alla tensione.

$$E \text{ (volt)} = I \text{ (ampère)} \times R \text{ (ohm)}$$

e) Se sono conosciuti i valori della corrente e della tensione, la resistenza del circuito può essere trovata a mezzo della terza forma della legge di Ohm che dice che la resistenza è uguale alla tensione diviso la corrente

$$R \text{ (ohm)} = \frac{E \text{ (volt)}}{I \text{ (ampère)}}$$

f) I circuiti in corrente continua (c.c.) ed i circuiti in corrente alternata sono in genere trattati separatamente. Poichè nella maggior parte dei circuiti radio sono presenti contemporaneamente corrente continua e corrente alternata, è importante comprendere il modo secondo cui le varie parti di un circuito radio controllano la corrente.

7. Elementi dei circuiti.

Qualunque circuito radio è una combinazione di parti disposte per controllare la corrente in modo da ottenere i risultati desiderati. I tre elementi di circuiti principali usati nella radiotecnica sono: *resistori*, *induttori* e *condensatori*.

8. Resistori.

a) Un resistore è un elemento di circuito progettato per introdurre della resistenza nel circuito, così da ridurre l'intensità di corrente. I resistori possono essere divisi in tre tipi generali, a

seconda della loro costruzione. Questi sono conosciuti come: *resistori fissi*, *resistori regolabili* e *resistori variabili*.

b) I resistori fissi sono usati per introdurre un valore costante di resistenza nel circuito. Le loro dimensioni e la loro costruzione sono determinate dal valore della potenza che debbono trasportare. Per le basse potenze sono usati piccoli resistori di carbone o metallizzati; quando la potenza da trasportare è abbastanza elevata sono impiegati grandi resistori del tipo di costruzione a filo avvolto. Parecchi tipi di resistori fissi sono mostrati dalla figura 9, insieme con il simbolo con cui vengono rappresentati

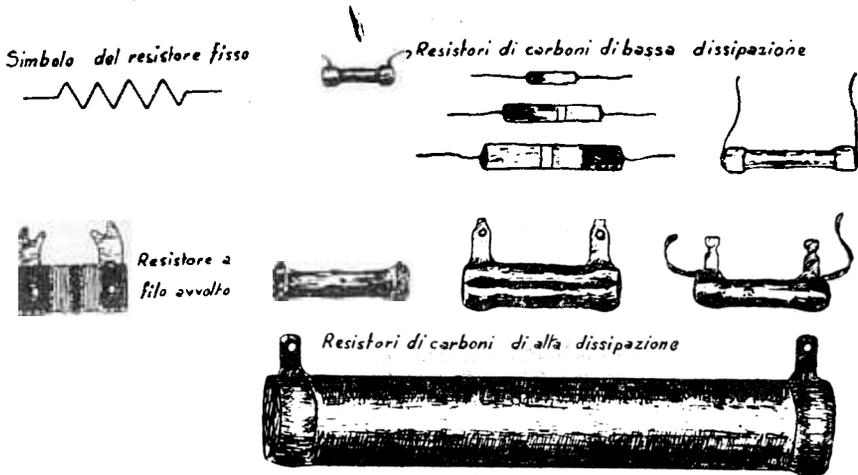
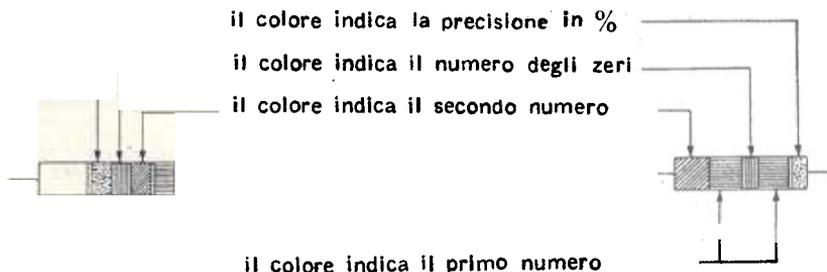


FIG. 9 - Resistori fissi.

nei diagrammi dei circuiti. I resistori fissi portano spesso delle strisce colorate per indicare il valore della loro resistenza e la loro precisione (tolleranza). Questo sistema di segnatura, chiamato codice a colore dei resistori, è semplice e può essere ricordato a memoria. La Tabella III indica tale codice oltre a parecchi esempi per il suo impiego. Quando un resistore fisso non porta nel codice a colore il segno di tolleranza in oro o in argento, occorre ricordare che il resistore ha solo la precisione compresa entro il 20 per cento del suo valore segnato in ohm. I grandi resistori fissi, da

impiegare nei circuiti di alta potenza, non hanno la codifica a colori, ma il valore in ohm è generalmente impresso su resistore.

TABELLA III
CODICE A COLORI PER I RESISTORI



sistema nuovo

sistema vecchio

COLORE	NUMERO	COLORE	NUMERO
Nero	0	Blu	6
Bruno	1	Violetto	7
Rosso	2	Grigio	8
Arancio	3	Bianco	9
Giallo	4	Oro	5
Verde		Argento	10

} precis. in
} per cento

NOTA: Se non è segnato nè il colore argento nè il colore oro, la precisione deve intendersi del 20% (*precisione usuale*).

ESEMPIO: Un resistore di 50.000 ohm., sarà indicato con un anello verde (5), un anello nero (0) ed un anello arancio (000), disposti, nel nuovo sistema, come sopra, indicato a sinistra. Nel vecchio sistema, indicato a destra nella figura, il resistore sarebbe dipinto verde (5) con una estremità nera (0) e un anello arancio (000) al centro.

c) I resistori regolabili sono stati usati quando è necessario variare o regolare di volta in volta il valore della resistenza in un circuito. Nella sua forma usuale, il resistore regolare è del tipo a filo avvolto, ed ha un (o più) collare scorrevole che può essere mosso lungo il resistore per scegliere qualunque valore desiderato di resistenza. Una volta scelto il valore della resistenza, il collare è bloccato sul posto. La figura 10 (1) mostra un resistore regolabile.

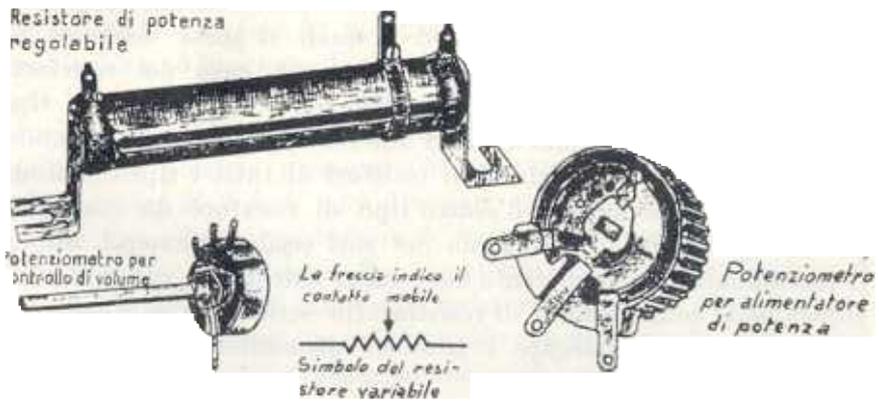


FIG. 10 - Resistori regolabili e variabili.

d) I resistori variabili sono usati in un circuito quando un valore di resistenza deve essere frequentemente cambiato. A seconda della potenza in gioco, i resistori variabili possono essere del tipo di fabbricazione a carbone od a filo avvolto. L'elemento di effettiva resistenza del resistore variabile ha usualmente la forma circolare e la presa scorrevole o braccio che fa contatto con esso è montato su un albero con manopola, manovrando la quale si può far variare gradualmente la resistenza. Se entrambe l'estremità dell'elemento di resistenza sono fornite di connessioni terminali (in aggiunta al braccio scorrevole) il resistore variabile è chiamato un *potenziometro*. La figura 10 (2) mostra un potenziometro impiegato come controllo di volume nei radioricevitori. La figura 10 (3) mostra un potenziometro avvolto di grosso filo, d'impiego nei

circuiti alimentatori di potenza. Se sono portati ai terminali di connessione soltanto un'estremità dell'elemento di resistenza ed il braccio scorrevole, il resistore variabile è chiamato un *reostato*. Il simbolo dei resistori regolabili è lo stesso di quello dei resistori variabili.

9. Calcolazioni delle resistenze.

a) Si verifica qualche volta che dovendo riparare dei complessi radio non si hanno pronte le parti da sostituire. È allora necessario impiegare le parti disponibili con le quali si possa eseguire la riparazione. Ciò è particolarmente vero nel caso dei resistori, poichè nei trasmettitori e nei ricevitori sono richiesti molti tipi di resistori di dimensioni e valori differenti. Un magazzino mobile non può trasportare migliaia di resistori di tutti i tipi e quindi non si dispone sempre dell'esatto tipo di resistore da sostituire per la riparazione in campagna dei vari equipaggiamenti. Allora il radiomontatore competente deve saper calcolare i valori di resistenza delle combinazioni di resistori (in serie e in parallelo) in modo che possa impiegare i resistori disponibili per le riparazioni di emergenza.

b) La resistenza totale di parecchi resistori connessi in serie è uguale alla somma delle resistenze dei singoli resistori.

$$R_t \text{ (totale)} = r_1 + r_2 + r_3 + \dots$$

dove r_1, r_2, r_3 , ecc. sono i valori delle singole resistenze.

c) Se parecchi resistori di uguale valore sono connessi in parallelo, la resistenza totale sarà uguale al valore di una resistenza diviso per il numero dei resistori.

$$R_t \text{ (totale)} = \frac{r \text{ (di un resistore)}}{n \text{ (numero di resistori)}}$$

Se parecchi resistori di valori differenti sono connessi in parallelo, il valore reciproco della resistenza totale è uguale alla somma dei valori reciproci dei singoli resistori.

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots$$

d) Quando una corrente percorre una resistenza, parte dell'energia elettrica è trasformata in calore; quindi si dice che una resistenza consuma potenza. La potenza che un resistore consuma in un circuito dipende dalla tensione ad esso applicata e dalla corrente che lo percorre. Questa costituisce una potenza perduta (poichè il calore prodotto da un resistore in un circuito non è utilizzato) ed è conosciuta come la *dissipazione* del resistore. È molto importante conoscere quanta potenza dissipa un dato resistore in un dato circuito onde potere effettuare qualunque riparazione nel circuito. Se un resistore sostituito in un circuito non può sicuramente dissipare la potenza che lo attraversa esso si surriscaldereà e può bruciarsi; inoltre l'elevata quantità di calore radiata può danneggiare le altre parti vicine. Per questa ragione i resistori sono caratterizzati dalle loro dissipazioni in watt, che rappresentano le potenze massime che possono essere dissipate. Così, un resistore di 2 watt può dissipare sicuramente sino a 2 watt di potenza ed un resistore di 5 watt può sicuramente dissipare sino a 5 watt di potenza. È conveniente, quando si sostituiscono resistori difettosi, di impiegare resistori capaci di dissipare una potenza maggiore della conosciuta potenza del circuito; una regola di sicurezza consiglia di impiegare resistori marcati per una potenza di almeno una volta e mezzo la potenza richiesta.

e) Per determinare la potenza di dissipazione in watt, quando sono conosciute tensione e corrente, basta moltiplicare la tensione per la corrente.

$$P \text{ (watt)} = E \text{ (volt)} \times I \text{ (ampère)}.$$

Quando sono conosciuti il valore della resistenza e la corrente che percorre il resistore, basta moltiplicare il quadrato della corrente per la resistenza.

$$P \text{ (watt)} = I^2 \text{ (ampère)} \times R \text{ (ohm)}.$$

f) La resistenza presentata da un resistore al flusso della corrente è la stessa sia per corrente continua che per corrente alternata. Nel caso di corrente alternata, la resistenza rimane la stessa indipendentemente dalla frequenza.

10. Reattanza.

a) Due altri elementi di circuiti, gli induttori e i condensatori, sono pure usati per opporsi al flusso della corrente nei circuiti percorsi sia da corrente alternata che da corrente continua. Tuttavia, questa opposizione, a differenza dei resistori finora studiati, non è la stessa per la corrente alternata e per la corrente continua. L'induttore o il condensatore reagiscono in modo differente alle correnti alternâte aventi varie frequenze: in altre parole, l'opposizione alla corrente non rimane costante al variare della frequenza della corrente alternata.

b) Nel caso dell'induttore, l'opposizione offerta al flusso della corrente alternata diviene più grande se la frequenza aumenta. Nel caso del condensatore, l'effetto è giusto l'opposto, diminuendo l'opposizione con l'aumentare della frequenza. L'opposizione che un condensatore o un induttore offrono al flusso della corrente alternata è chiamata *reattanza*. La reattanza di un induttore è chiamata *reattanza capacitiva*. Sia la reattanza induttiva che la capacità sono misurate in ohm.

11. Induttori.

a) Un induttore è un elemento di circuito progettato per introdurre un certo importo di reattanza induttiva in un circuito. Un induttore può avere varie forme fisiche, ma fundamentalmente esso non è altro che un filo avvolto a bobina. L'unità di misura dell'induttanza è l'henry con i suoi sottomultipli, millihenry ($= \frac{1}{1000}$ di henry) ed il microhenry ($= \frac{1}{1.000.000}$ di henry).

L'induttanza di una bobina con nucleo d'aria aumenta con l'aumentare delle dimensioni della bobina e con l'aumentare del numero delle spire. L'impiego di materiale magnetico (come il ferro) per il nucleo della bobina fa accrescere l'induttanza; un metallo non magnetico (come il bronzo o il rame) fa diminuire l'induttanza. La reattanza induttiva di qualunque bobina aumenta con

l'aumentare della sua induttanza. Vi sono tre tipi generali di induttori: fissi, regolabili e variabili.

b) *Induttori fissi.* — Introducono valore costante di induttanza in un circuito. La maggior parte delle bobine usate nei circuiti radio sono del tipo fisso. Le bobine impiegate nei circuiti dei trasmettitori e ricevitori radio hanno usualmente nuclei d'aria. Il numero di spire di filo dipende dalla gamma di frequenza da coprire. La sola differenza fra bobine trasmettenti e riceventi è data dalle loro dimensioni, giacchè le bobine trasmettenti debbono sopportare correnti e tensioni notevolmente più grandi di quelle impiegate nei ricevitori. Una bobina trasmettente tipica è mostrata dalla figura 11 (1) e consiste in un singolo avvolgimento di filo di grande diametro.

c) *Induttori regolabili.* — Quelli impiegati nei moderni equipaggiamenti radio sono di due tipi principali. Il primo ed il più semplice consiste in una bobina munita di parecchie prese e di un

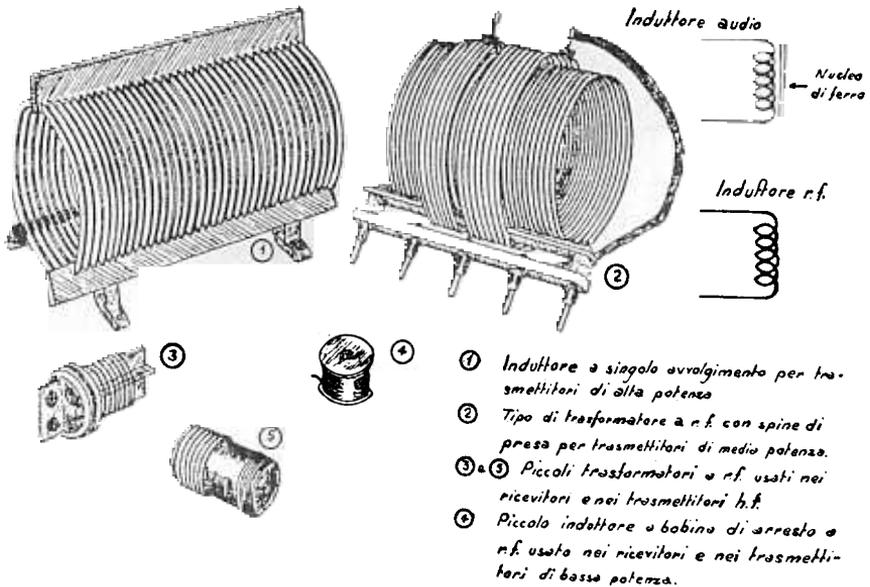


FIG. Induttori a r. f. e trasformatori tipici.

commutatore, cosicchè l'induttanza può essere aggiustata a salti. Questo tipo si trova principalmente nel circuito d'antenna dei radio trasmettitori, quando occorre regolare l'induttanza della bobina a seguito delle differenti lunghezze d'antenna dovute a cambio di frequenza. Nel secondo tipo, la bobina è dotata di un nucleo magnetico che può essere spostato in dentro o in fuori a mezzo di un tappo a vite. Questo tipo di induttore regolabile, conosciuto come induttore accordato per variazione di permeabilità, è qualche volta impiegato nei circuiti d'accordo dei trasmettitori e dei ricevitori intesi ad operare ad una sola frequenza. La figura 12 mostra l'impiego di un induttore a variazione di permeabilità

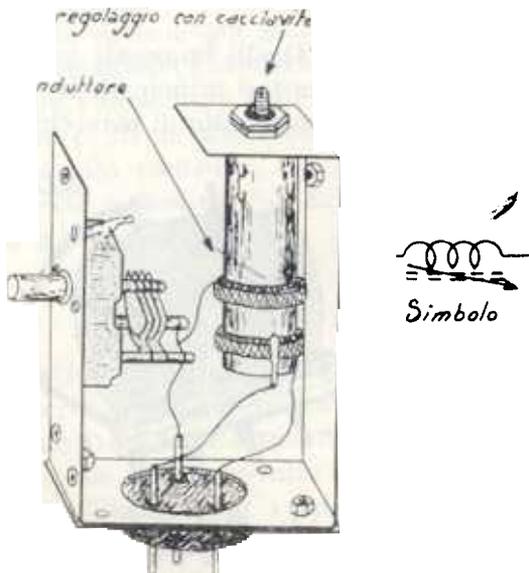


FIG. 12 - Induttore accordato per variazione di permeabilità.

inserito in un complesso di circuito accordato e mostra pure il simbolo con cui questo induttore regolabile è rappresentato nei circuiti schematici.

d) Gli *induttori variabili* sono trovati principalmente nei circuiti d'antenna dei radiotrasmittitori. Essi usualmente consistono in due bobine connesse in serie e sono così costruite che solo una bobina può ruotare entro l'altra facendo conseguentemente variare l'induttanza. Tali induttori sono chiamati *variometri*. La figura 13 mostra un variometro tipico e fornisce il simbolo per rappresentare gli induttori variabili nei circuiti schematici.

e) Una *bobina di arresto* o *di bloccaggio* è un induttore fisso che possiede la desiderabile proprietà di presentare un'alta reat-

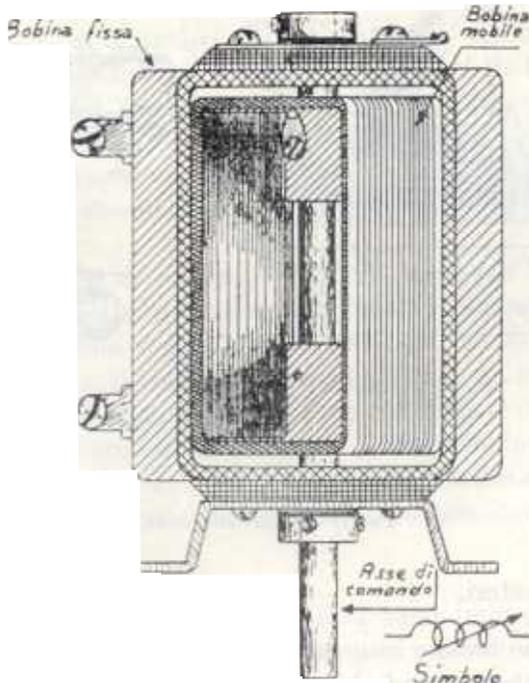
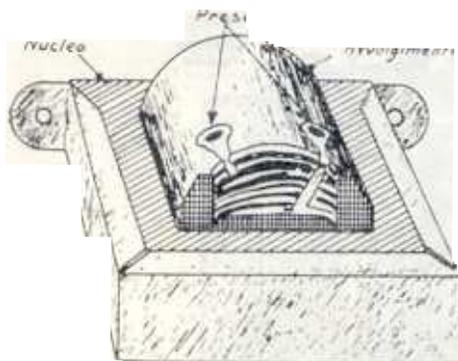


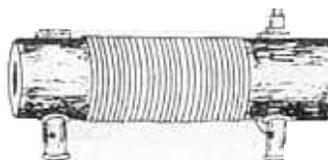
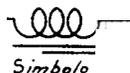
FIG. 13 - Variometro.

tanza alla corrente alternata, mentre presenta una bassissima resistenza alla corrente continua. Così una bobina di arresto può facilmente far passare la corrente continua ma tende a bloccare o ad

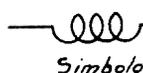
arrestare la corrente alternata. Delle bobine di arresto molto piccole a nucleo d'aria sono impiegate per impedire il passaggio di correnti alternate a radiofrequenza nei circuiti per correnti continue. Delle grandi bobine di arresto a nucleo di ferro sono usate nei circuiti ad audiofrequenza e come filtri di bloccaggio nei circuiti degli alimentatori di potenza. La figura 14 (2) mostra due piccole bobine di arresto a radiofrequenza insieme ai loro simboli. Una bobina di arresto con nucleo di ferro è pure mostrata, con il suo simbolo appropriato, dalla figura 14 (1).



(1)



(2)



B

2. Trasformatori

a) Se due bobine sono poste l'una vicina all'altra in modo che il campo creato da una bobina passi attraverso l'avvolgimento dell'altra, ne risulta un trasformatore, poichè una bobina trasferisce energia da se stessa all'altra bobina. Per esempio, se una bobina ha inserito in essa un generatore a corrente alternata, le linee variabili di forza magnetica dovute ad una bobina tagliano le spire del secondo avvolgimento, producendo una tensione

indotta (ossia originata) nella seconda bobina, pur non esistendo connessione metallica fra i due avvolgimenti. La bobina che produce il campo magnetico originale (o linee di forza) è chiamata il *primario* e la bobina in cui è indotta la tensione si chiama il *secondario*; le due bobine accoppiate induttivamente costituiscono un *trasformatore*. Nella radiotecnica vi sono tre gruppi di trasformatori classificati in base alle loro applicazioni: *trasformatori di potenza*, *trasformatori ad audiofrequenza* e *trasformatori a radiofrequenza*. I trasformatori di potenza e quelli ad audiofrequenza hanno i nuclei di materiali magnetici, usualmentè qualche materiale ferroso. I trasformatori a radiofrequenza sono generalmente progettati con nucleo d'aria. Tuttavia, nuclei magnetici molto piccoli, generalmente costituiti da polvere di ferro cementata, sono usati per certi trasformatori a radiofrequenza di frequenza piuttosto bassa, conosciuti come *trasformatori a frequenza intermedia* (f. i.). Parecchi tipi di trasformatori con i loro corrispondenti simboli circuitali sono mostrati dalle figure 11 e 15.

b) Trasformatori di potenza. — Quelli usati nei trasmettitori e nei ricevitori radio trasformano la tensione di linea (usualmente 110–120 volt) ad una tensione più alta o più bassa. Quando la tensione è innalzata, il trasformatore è chiamato un trasformatore elevatore o in salita; quando la tensione è ridotta il trasformatore è chiamato un trasformatore in discesa. I trasformatori di potenza aventi sia avvolgimenti in salita che in discesa sullo stesso nucleo sono largamente impiegati; uno di questi trasformatori è mostrato dalla figura 15 (1).

c) I trasformatori ad audiofrequenza sono impiegati per trasferire tensioni aventi una larga gamma di audiofrequenze, anzichè tensioni di una sola frequenza come nel caso del trasformatore di potenza. I trasformatori ad audiofrequenza hanno nuclei di ferro e debbono essere in grado di trasportare una corrente continua di valore limitato nell'avvolgimento primario senza influenzare le componenti alternative ad audiofrequenza. Un trasformatore tipico ad audiofrequenza è mostrato dalla figura 15 (2).

d) I *trasformatori a radiofrequenza* sono usati per trasferire tensioni a radiofrequenza e sono generalmente progettati per funzionare ad una frequenza particolare. I trasformatori dei ricevitori sono di piccole dimensioni e generalmente hanno nuclei d'aria [figure 11, (3), (4) e 15 (3)].

e) Quando i trasformatori a radiofrequenza sono usati per trasferire radiofrequenze che sono basse in confronto alla frequenza del segnale (come nel caso di un ricevitore a supereterodina, che sarà discusso in seguito), si hanno i trasformatori a frequenza intermedia (f. i.) figura 15 (4). I trasformatori a f. i. operano su una singola frequenza e possono avere nuclei di polvere di ferro.

f) Gli *autotrasformatori* posseggono un solo avvolgimento. È possibile ottenere l'azione di trasformazione con una sola bobina se è effettuata una presa intermedia in un punto compreso entro i terminali di estremità. Se è desiderato un effetto di innalzamento di tensione, l'avvolgimento fra la presa ed un'estremità costituisce il primario e l'avvolgimento completo agisce da secondario. Se è desiderato un effetto di abbassamento di tensione, l'avvolgimento completo costituisce il primario, e la sezione fra la presa intermedia ed un'estremità agisce come secondario. Gli autotrasformatori sono impiegati nei circuiti di potenza.

13. Condensatori.

a) Un *condensatore* è un elemento di circuito designato ad introdurre una reattanza capacitiva in un circuito. In radiotecnica le unità di capacità sono il microfarad (abbreviato μf) ed il micromicrofarad (abbreviato $\mu\mu f$). Un microfarad è uguale ad 1.000.000 di micromicrofarad. Un condensatore è formato da due o più placche metalliche separate da un materiale isolante chiamato *dieletrico*. La capacità di un condensatore aumenta con l'aumentare dell'area delle placche; la capacità, per contro, diminuisce con l'aumentare della distanza fra le placche. La reattanza capacitiva diviene più piccola con l'aumentare della capacità. Questo è giusto l'opposto di quello che si verifica nel caso dell'in-

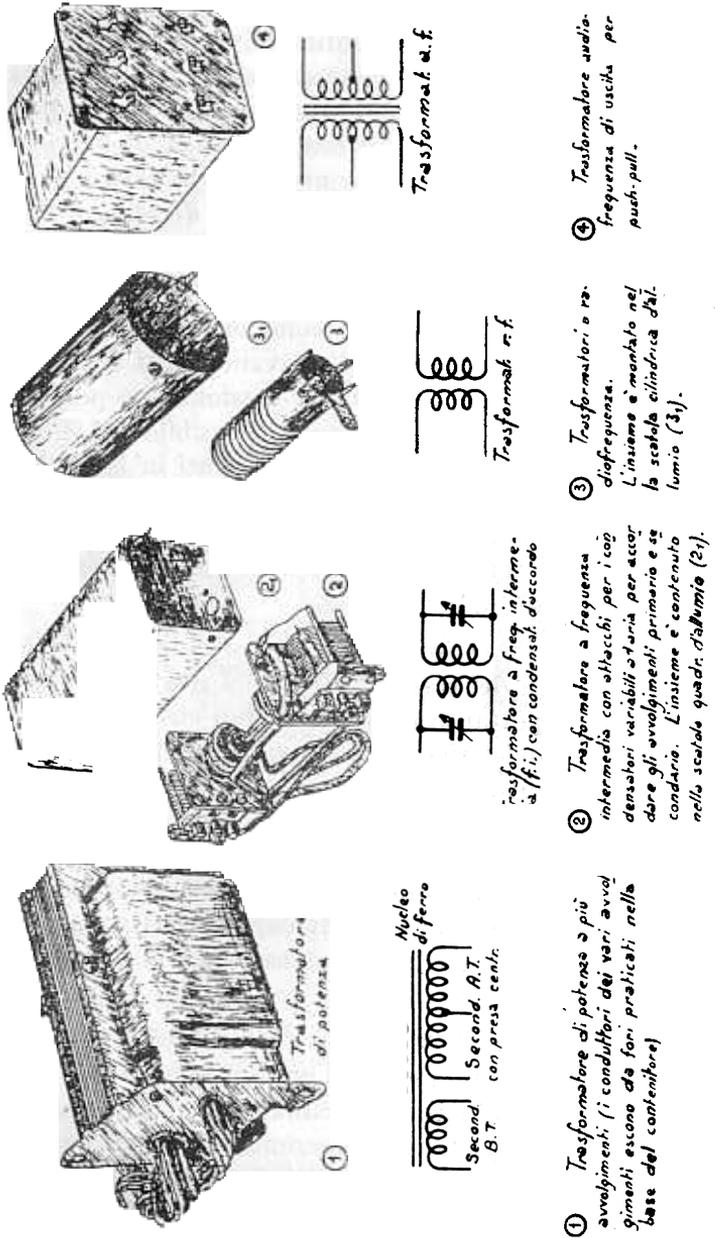


FIG. 15 - Trasformatori tipici.

④ Trasformatore audio-frequenza di uscita per push-pull.

③ Trasformatore r.f. di alta frequenza. L'insieme è montato nella scatola cilindrica d'alumio (3).

② Trasformatore a frequenza intermedia con attacchi per i condensatori variabili, stria per accordare gli avvolgimenti primaria e secondaria. L'insieme è contenuto nella scatola quadr. d'alluminio (2).

① Trasformatore di potenza a più avvolgimenti; i conduttori dei vari avvolgimenti escono da fori praticati nella base del contenitore)

Nucleo di ferro
 Second. B.T.
 Second. A.T. con presa centr.

Trasformat. a. f.

Trasformat. r.f.

Trasformatore a freq. intermedia (f.f.) con condens. d'accordo

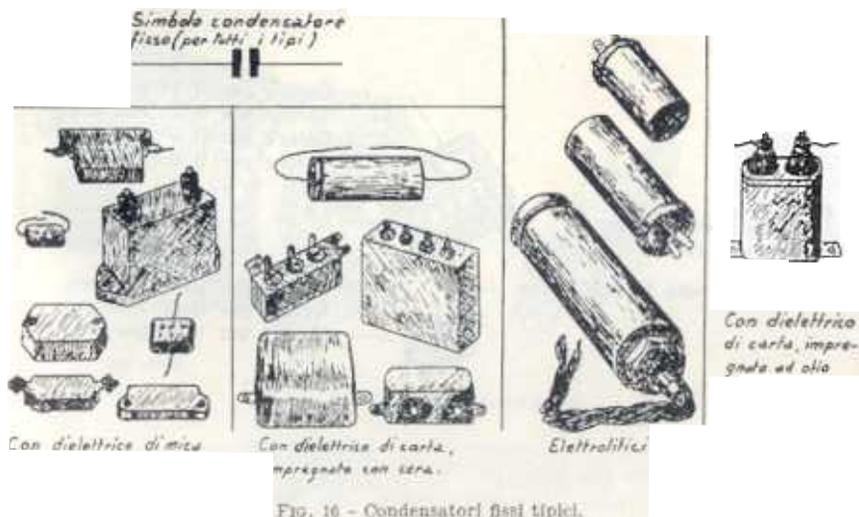
duattore, in cui la reattanza induttiva aumenta con l'aumentare dell'induttanza. Se una batteria ordinaria è connessa ai due terminali di un condensatore, il condensatore verrà caricato e la carica si manterrà per un periodo di tempo, dipendente dal materiale isolante impiegato per il dielettrico. Se il dielettrico è un eccellente isolante, il condensatore manterrà la carica per molto tempo, dicendosi allora di avere una bassa *dispersione*. Vi sono tre tipi generali di condensatori: *fissi*, *regolabili* e *variabili*.

b) I *condensatori fissi* hanno un valore fisso di capacità in un circuito, e la maggioranza dei condensatori impiegati nella radiotecnica sono di questo tipo. Si trovano molti tipi di costruzione, dipendenti principalmente dalla tensione che possono sopportare e dall'importo di dispersione permissibile nel dielettrico. I condensatori fissi sono generalmente chiamati in base al tipo di dielettrico impiegato nella costruzione. I tipi principali dei condensatori fissi sono: *condensatori a mica*, *condensatori a carta* e *condensatori elettrolitici*. Questi tipi differenti di condensatori sono mostrati dalla figura 16.

c) I *condensatori a mica* sono usati principalmente nei circuiti a radiofrequenza dei trasmettitori e dei ricevitori. Una bassa dispersione è un importante requisito di tali circuiti. Pertanto la mica è usata come dielettrico perchè essa è uno dei migliori materiali isolanti conosciuti. I condensatori a mica hanno raramente un valore di capacità più grande di 0,05 microfarad ed essi possono sopportare generalmente un'alta tensione. I condensatori a mica, al pari dei resistori fissi, sono spesso colorati secondo un certo codice per indicare il loro valore di capacità. (Una spiegazione esauriente del codice a colori dei condensatori a mica è data dalla Tabella IV).

d) I *condensatori a carta* sono costituiti da fogli di stagno e di carta avvolti insieme e impregnati con cera per escludere l'umidità. Essi sono largamente usati nei circuiti dove una bassa dispersione non ha grande importanza, tale come nei circuiti degli amplificatori ad audiofrequenza, nei circuiti degli alimentatori di potenza ed in qualche circuito di amplificatore a radiofrequenza.

e) I *condensatori elettrolitici* si basano su una azione chimica che si verifica nel loro interno per produrre una sottile pellicola di ossido che funziona da dielettrico. Conseguentemente, questi condensatori sono polarizzati; cioè essi hanno un terminale positivo e un terminale negativo che debbono essere connessi appropriatamente al circuito. L'inserzione errata danneggia la pellicola di ossido mettendo in corto il condensatore. Poichè il funzionamento di questi condensatori dipende da un'azione chimica che

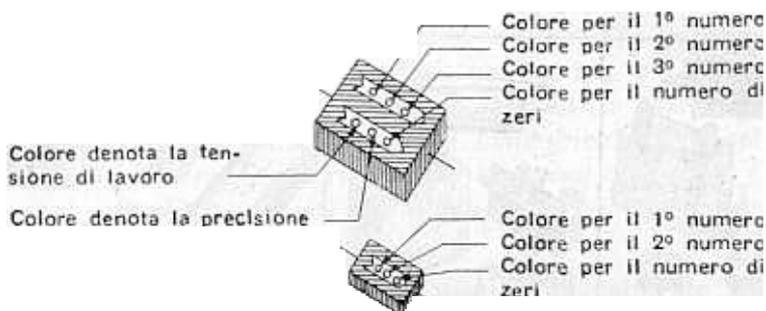


ha luogo quando essi sono attraversati dalla corrente, che produce il loro dielettrico, i condensatori elettrolitici hanno una dispersione più alta dei condensatori a mica ed a carta. Il principale vantaggio dei condensatori elettrolitici è che, a parità di dimensioni, essi hanno una capacità molto più grande degli altri tipi di condensatori. Essi sono usati principalmente negli alimentatori di potenza, dove la dispersione non è un fattore di forte limitazione.

f) I *condensatori regolabili* sono usati dove è necessario regolare di volta in volta la capacità di un circuito. Questi condensatori regolabili (qualche volta chiamati con il vocabolo inglese « trimmers ») sono largamente usati per i regolaggi fissi dei cir-

cuiti accordati dai radioricevitori (operazione questa, chiamata *allineamento*). Essi sono spesso usati per i circuiti di accordo che operano soltanto ad una frequenza. I condensatori regolabili sono di due tipi: tipo accordato a mica e tipo accordato ad aria, a seconda del dielettrico impiegato. La figura 17 illustra entrambi i tipi.

TABELLA IV
CODICE A COLORI PER CONDENSATORI A MICA



COLORE	NUMERO	COLORE	NUMERO
Nero	0	Blu	6
Bruno	1	Violetto	7
Rosso	2	Grigio	8
Arancio	3	Bianco	9
Giallo	4	Oro	5 } precis. in
Verde	5	Argento	10 } per cento

NOTA: Tutti i valori delle capacità sono dati in micromicrofarad ($\mu\mu\text{f}$).
Tutti i valori delle tensioni di lavoro sono espressi in centinaia di volt

g) I *condensatori variabili* sono usati nei circuiti in cui la capacità deve essere continuamente variabile. Essi sono usati come elementi per eseguire l'accordo praticamente in tutti i radio ricevitori e trasmettitori. La maggior parte dei condensatori variabili impiegati nei circuiti radio sono del tipo con dielettrico ad aria. Un condensatore variabile singolo è costituito da due complessi di placche metalliche isolati l'un dall'altro e così disposti che un complesso di placche può essere mosso rispetto all'altro complesso. Le placche che stanno ferme costituiscono lo statore;

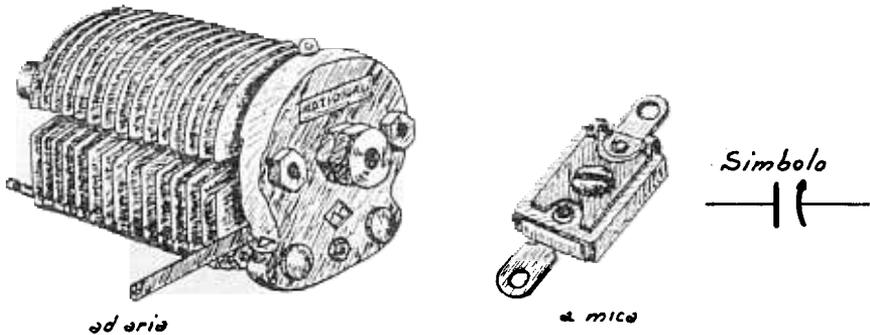
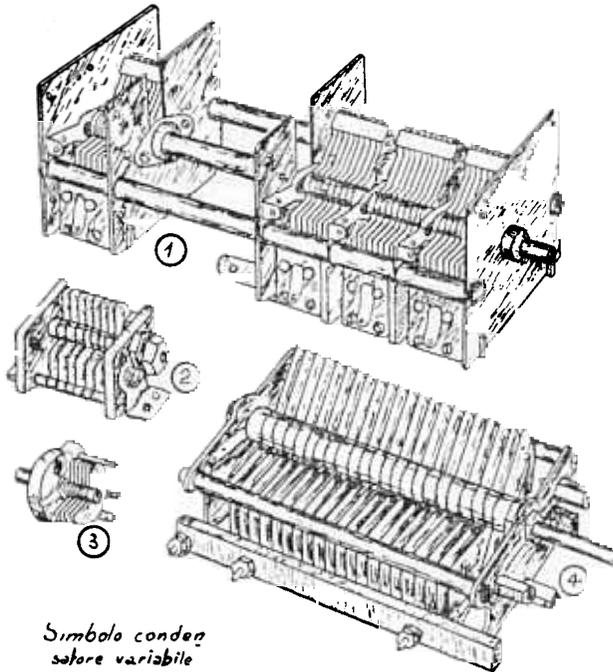


FIG. 17. - Condensatori « Trimmers ».

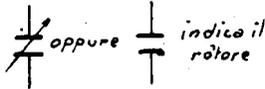
le placche che si muovono il rotore. Se parecchi condensatori variabili sono connessi ad un albero comune, cosicchè tutti possono essere contemporaneamente controllati, l'insieme è conosciuto con il nome di condensatore multiplo. La gamma di capacità dei condensatori variabili ad aria si estende da pochi a parecchie centinaia di micromicrofarad. Un gruppo tipico di condensatori variabili è indicato dalla figura 18 insieme ai simboli appropriati per questo elemento di circuito.

h) Il principio di funzionamento dei *condensatori di passaggio* (o di fuga) e *di blocco* (o di arresto) è importante per comprendere l'azione di un condensatore, in un circuito qualunque. Benchè un condensatore, per effetto delle proprietà isolanti del suo dielettrico, non permetta il passaggio della corrente continua, esso farà passare la corrente alternata poichè il condensatore si carica

e scarica in accordo con la frequenza della tensione alternativa applicata. Più alta è la frequenza e più bassa è la reattanza e pertanto più grande è la corrente che attraversa il condensatore. Que-



Simbolo condensatore variabile



- ① Tipo ricevente multiplo (a 4 sezioni)
- ② Tipo trasmittente, alta frequenza.
- ③ Tipo "Trimmer", o "padder".
- ④ Tipo trasmittente, alta potenza.

FIG. 18 - Condensatori variabili tipici

sto effetto è giusto l'opposto di quello della bobina di arresto, che fa passare la corrente continua ma presenta un'alta reattanza alla corrente alternativa. In certi circuiti, la corrente alternata non

deve attraversare un particolare elemento di circuito. Connettendo un condensatore ai capi (in parallelo) di quell'elemento, si forma un cammino di basso impedimento per la corrente alternata; questo cammino dà passaggio alla corrente alternata che scavalca così l'elemento, mentre la corrente continua o le correnti alternate a bassa frequenza debbono attraversare l'elemento. In altri casi, la corrente continua non deve attraversare una particolare parte del circuito. Allora un condensatore è connesso in serie con il circuito che blocca la corrente continua, mentre offre un passaggio relativamente privo di opposizione alla corrente alternata.

i) Le prefissate tensioni di lavoro dei condensatori hanno la stessa importanza delle prefissate potenze di dissipazione dei resistori. Oltre che dalle loro capacità, i condensatori sono caratterizzati dalla loro tensione di lavoro, che è la tensione di funzionamento massima di sicurezza per il condensatore. In nessuna circostanza un condensatore può essere usato in un circuito nel quale la tensione possa eccedere la prestabilita tensione di lavoro. La regola di sicurezza da seguire, quando deve essere sostituito un condensatore difettoso in un apparecchio radio, è quella di usare un condensatore con tensione di lavoro che sia almeno una volta e mezza più grande della più alta tensione che ci si può attendere dal circuito.

4. Calcolazioni delle capacità.

a) Per eseguire in campagna delle riparazioni comportanti la sostituzione dei condensatori, è necessario saper determinare la capacità dei condensatori connessi in serie e in parallelo, poichè, come nel caso dei resistori, un condensatore che abbia esattamente il giusto valore può non essere disponibile.

b) Per i condensatori in serie, la capacità totale si trova esattamente con la stessa regola che si applica per i resistori in parallelo.

$$\frac{1}{C_{(\text{totale})}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

dove C_1 , C_2 , C_3 , ecc sono le capacità singole.

La tensione di lavoro per un gruppo di condensatori in serie è uguale alla *somma* delle tensioni di lavoro dei singoli condensatori.

c) Per i condensatori in parallelo, la capacità totale si trova sommando le capacità dei singoli condensatori. Questa è la stessa regola che vale per i resistori in serie.

$$C \text{ (totale)} = C_1 + C_2 + C_3 + ..$$

La tensione di lavoro della combinazione di condensatori in parallelo è uguale a quella del condensatore che ha la *più bassa* tensione di lavoro.

15. Funzionamento degli elementi dei circuiti.

a) Continuando nello studio delle proprietà individuali e delle caratteristiche dei tre elementi di circuito, resistenza induttanza e capacità, sarà ora mostrato come questi elementi operino in un effettivo circuito. La figura 19 mostra un circuito contenente tutti e tre gli elementi, così disposti che se è chiuso il commutatore $S-1$, una tensione continua sarà applicata al circuito, e se è chiuso il commutatore $S-2$, una tensione alternativa sarà applicata al circuito. Il simbolo di *massa* mostrato sul diagramma indica che i punti del circuito contraddistinti da questo simbolo sono connessi all'intelaiatura metallica sulla quale il circuito è costruito. Pertanto, tutti i punti che portano il simbolo di massa sono effettivamente connessi insieme (via metallo dell'intelaiatura). Questo simbolo di massa è usato frequentemente negli schemi dei circuiti per indicare che una parte od un elemento del circuito è connesso all'intelaiatura. Il simbolo non vuol dire che necessariamente la parte del circuito è effettivamente connessa ad una massa di terreno, benchè esso sia qualche volta usato in questo modo nei circuiti dei trasmettitori e dei ricevitori, come sarà mostrato in seguito.

b) Studiando il circuito di figura 19, si vede che vi sono tre possibili cammini che la corrente può percorrere. Il primo è attraverso il resistore R_1 che ritorna attraverso la massa (o intelaiatura)

alla sorgente di potenza utilizzata; il secondo è attraverso il condensatore C_1 ed il resistore R_2 che ritorna a massa; il terzo è attraverso l'induttore L ed il resistore R_3 che ritorna pure a massa. Assumiamo che l'induttore L abbia una grande induttanza ed il condensatore C_1 abbia una grande capacità. Da notare che i tre cammini sono in parallelo.

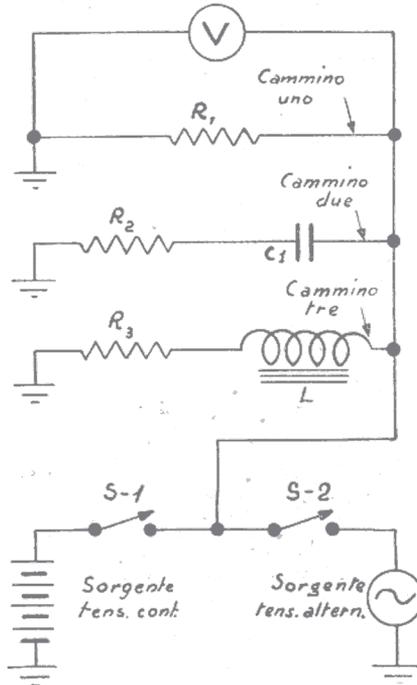


FIG. 19 - Funzionamento degli elementi dei circuiti.

e) Il primo passo nello studio di questo circuito è di chiudere l'interruttore $S-1$, applicando così una tensione continua al circuito. La corrente attraverserà R_1 , primo cammino; il valore di corrente che si avrà in questo circuito dipende dalla sua resistenza. Non passerà corrente nel secondo cammino poichè il dielettrico del condensatore C_1 agisce come un isolatore e quindi il conden-

satore non farà passare corrente continua. Benchè nel secondo cammino non fluisca corrente, il voltmetro V , che è connesso in parallelo a tutti e tre i cammini, indica che vi è tensione presente ai capi del gruppo R_2 e C_1 . Inoltre se il voltmetro fosse connesso direttamente ai capi di C_1 , avremmo la indicazione dello stesso valore di tensione, poichè non vi è flusso di corrente in questo cammino e conseguentemente non vi è caduta di tensione attraverso R_2 . Questo esempio mostra che è possibile avere presente una tensione in un circuito, *pur essendo il circuito aperto* (cioè, senza essere percorso da corrente). Una corrente fluirà nel terzo cammino, poichè, in questa branca di circuito, la sola opposizione alla corrente è data dalla resistenza in corrente continua dell'avvolgimento della bobina e della resistenza del resistore R_3 . Il valore della corrente sarà determinato dalla resistenza totale presentata da questo cammino e cioè alla somma delle resistenze in corrente continua di L e della resistenza di R_3 .

d) Il passo successivo nello studio di questo circuito si esegue aprendo l'interruttore $S-1$ e chiudendo l'interruttore $S-2$, con il che si applica una tensione alternativa al circuito. Quando ciò è fatto, una corrente attraverserà il resistore R_1 del primo cammino. Poichè un resistore offre la stessa opposizione sia alla corrente alternata che a quella continua, la corrente che fluisce in questo cammino sarà la stessa a parità di tensione applicata, sia questa continua che alternativa. Nel secondo cammino, comprendente il condensatore C_1 (che ha un grande valore di capacità) ed il resistore R_2 , le condizioni saranno simili a quelle del primo cammino. Per effetto della sua grande capacità C_1 presenterà una piccola reattanza al flusso di corrente in questa branca di circuito. Pertanto, l'impedenza di questo secondo cammino, ossia l'opposizione totale al flusso della corrente alternata, essendo dovuta sia alla piccola reattanza che alla resistenza, sarà, per tutti gli scopi pratici, uguale circa alla resistenza di R_2 . Nel terzo cammino del circuito, l'induttore L ha un tale grande valore di induttanza che esso presenterà un'alta reattanza al flusso della corrente alternata. L'impedenza di questo cammino, che è dovuta sia alla grande

reattanza che alla resistenza, sarà così alta che la corrente che fluisce attraverso R_3 ed L sarà estremamente piccola.

e) Per sommare gli effetti degli elementi dei circuiti dovuti all'applicazione sia della tensione alternativa che di quella continua, occorre chiudere contemporaneamente entrambi gli interruttori. Si avranno allora i seguenti importanti risultati: nel cammino uno fluirà sia la corrente alternata che quella continua; nel cammino due finirà solo la corrente alternata; nel cammino tre, fluiranno una corrente continua di valore relativamente grande ed una corrente alternativa di valore molto piccolo. Come si vede da questo studio, quando sono applicate in un circuito una tensione alternativa e una tensione continua, la corrente, sia alternativa che continua, può essere permessa, fermata o limitata scegliendo opportunamente gli elementi del circuito.

16. Dispositivi ad audiofrequenza.

a) Gli strumenti ed i dispositivi impiegati per cambiare le onde sonore in frequenze (audio) elettriche e viceversa sono parti importanti dei complessi radio trasmettenti e riceventi.

b) Un *microfono* è un elemento di circuito impiegato per convertire energia sonora (acustica) in energia elettrica (audio). I vari tipi di microfoni sono denominati in base ai metodi impiegati per questa conversione. Così vi sono microfoni a carbone, a condensatore, dinamici, a velocità e a cristallo.

Il *microfono a carbone* utilizza la variazione di resistenza fra granuli di carbone lasciamente impacchettati (dovuta alla pressione sonora o acustica su un diaframma) per variare la corrente elettrica a frequenza audio. Il microfono militare americano T-17 è mostrato dalla figura 20. I *microfoni a condensatore* operano sul principio che l'energia sonora produce una variazione nell'intervallo fra due placche facendole comportare in modo simile ad un condensatore variabile: la risultante variazione di capacità (dovuta al movimento in dentro ed in fuori delle placche) determina una variazione elettrica a frequenza audio. I *microfoni dinamici* impie-

gano una bobina di bassa impedenza accoppiata meccanicamente ad un diaframma; le onde sonore fanno muovere il diaframma e la bobina, il movimento della bobina in un campo magnetico dà origine a correnti nella bobina ad audiofrequenze.

Il *microfono a velocità* opera pure sul principio elettromagnetico ma impiega un nastro di dural (una lega metallica) sospeso fra i poli di un potente magnete. Quando il nastro è messo in vibrazione dall'energia acustica, esso taglia le linee di forza e una corrente, che varia in accordo con le onde sonore, è indotta nel nastro.

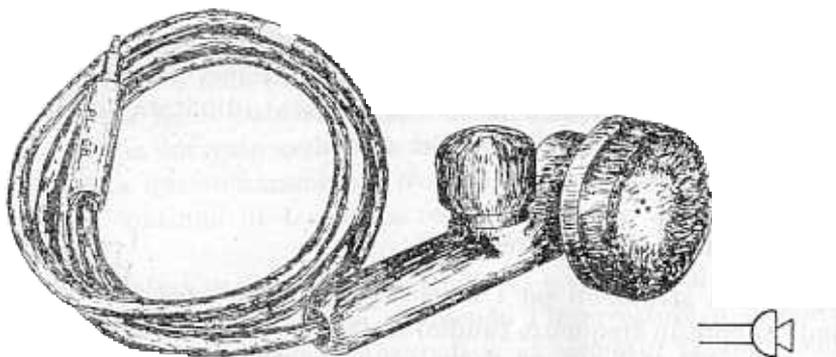


FIG. 20 - Microfono a carboni T-17.

Simbolo microfono

Un tipo di *microfono a cristallo* impiega un cristallo di sale di Rochelle connesso ad un diaframma. Quando le onde sonore fanno muovere il diaframma, il cristallo vibra e produce delle tensioni alternative fra gli elettrodi del cristallo aventi le frequenze delle onde sonore. Tutti i tipi di microfoni menzionati (ad eccezione di quello a cristallo) richiedono o l'uso di qualche sorgente di corrente o un campo magnetico o una tensione polarizzante.

e) *Cuffie e altoparlanti*. — Sono elementi di circuito impiegati per convertire l'energia elettrica (ad audiofrequenza) in energia sonora. In generale, la cuffia o l'altoparlante ha funzione opposta a quella di un microfono. Quando delle correnti variabili (ad audiofrequenza) percorrono gli avvolgimenti del magnete permanente di un ricevitore a cuffia, il diaframma vibra in accordo con queste

correnti e produce così delle onde sonore di intensità proporzionale alle variazioni di corrente. Una cuffia tipica è mostrata dalla figura 21, insieme al relativo simbolo circuitale. Un tipo di altoparlante lavora sullo stesso principio della cuffia, ma invece di

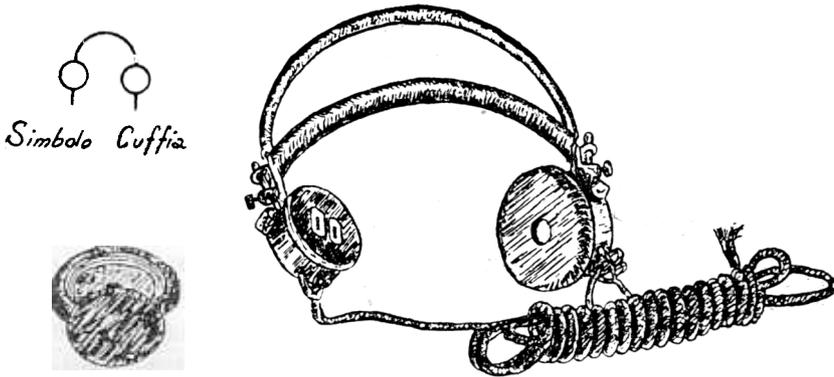


FIG. 21 - Cuffia.

un diaframma metallico, l'altoparlante impiega un cono di carta, mosso da una piccola armatura, per creare le onde udibili. La figura 22 mostra un altoparlante di questo tipo rimosso dal suo involucro.

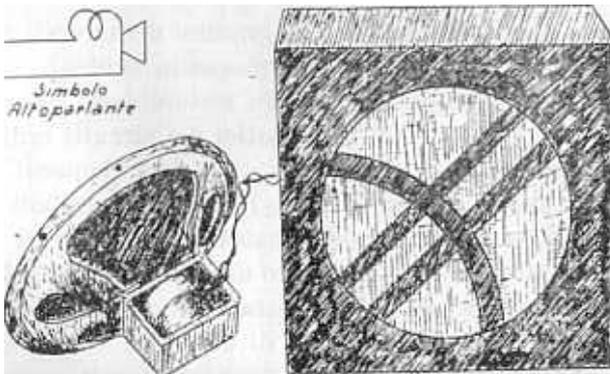


FIG. 22 - Altoparlante a magnete permanente e sua custodia.

Isolatori

In aggiunta ai materiali metallici che conducono l'elettricità molto facilmente (come il rame ed il ferro), è spesso necessario disporre di altri materiali che presentino un'altissima resistenza al passaggio della corrente per impedire all'elettricità di sfuggire dai punti in cui sono necessari dei sostegni fisici. Tali materiali si chiamano *isolatori*. Mentre non esiste un isolatore perfetto, vi sono dei materiali come la porcellana, il vetro e i materiali ceramici che praticamente impediscono qualunque dispersione. È importante notare che isolatori, che sono soddisfacenti nel campo delle correnti forti, possono non esserlo per le applicazioni radio-tecniche. Nei circuiti radio che operano con microwatt di energia, una debolissima corrente di dispersione ha effetti sensibili. Le barre dielettriche che isolano le placche dello statore dall'intelaiatura di un condensatore ad aria variabile debbono essere mantenute pulite per impedire qualunque dispersione. Qualunque leggera dispersione di corrente sulle superfici degli isolatori come nelle basi o zoccolotti dei tubi, ha pure effetti molto importanti. In generale, è bene mantenere gli isolatori radio lontani da forti campi elettrici, asciutti e puliti.

18. Simboli.

a) Non è pratico mostrare i diagrammi dei circuiti radio nella forma di fotografie, poichè sarebbe messa in evidenza soltanto la parte esterna dei componenti mentre resterebbero oscuri i particolari interni. Nei diagrammi schematici dei circuiti radio si adottano simboli speciali per rappresentare i vari elementi e le parti dei circuiti, in modo da semplificare i disegni. I simboli per i vari tipi di resistori, induttori e condensatori sono già stati introdotti ed una lista di simboli comunemente usati è data dalla Tabella V. Lo studente deve riferirsi a questa lista se ha dei dubbi nella identificazione di una parte o elemento di circuito.

b) I simboli più comuni spiegano sè stessi dalla propria apparenza, ma qualcuno può creare confusione. Un tratto con freccia,

per esempio, può avere vari significati. All'estremità di una linea che sembra prolungarsi oltre il diagramma schematico, la freccia significa che ancora vi sono altre parti di circuiti non rappresentati dallo schema in osservazione. Le frecce lungo le linee del circuito possono indicare la direzione della corrente attraverso gli apparati. Se la punta della freccia si arresta contro un pezzo di equipaggiamento, ciò probabilmente vuol significare che vi è un contatto regolabile o aggiustabile. Finalmente, una freccia tracciata diagonalmente lungo un qualunque altro simbolo significa che il dispositivo è regolabile lentamente e con continuità come, per esempio, un resistore variabile o un induttore variabile.