

Sydney Hampton

# COME COSTRUIRE UNA RADIO con 3000 lire



Guida pratica all'elettrotecnica, la professione  
dall'AVVENIRE SICURO



## COME FUNZIONA LA RADIO

Vi devo confessare che ogniqualvolta mi capita di riflettere sul miracolo della radio, ancora oggi provo in fondo al mio animo una sensazione di incredulità. Chi nell'antichità avesse osato profetizzare che l'uomo avrebbe un giorno usato di apparecchi con cui comunicare a distanze immense con i suoi simili, sarebbe stato trattato da visionario e certamente nessuno gli avrebbe dato retta.

Eppure ci è concesso di vedere solo gli inizi di una scienza, nata meno di ottant'anni fa, che di anno in anno mantiene viva l'attenzione del mondo sulle sue continue mirabili conquiste.

Davanti ad una tale dimostrazione, dobbiamo rivolgere un pensiero di ringraziamento a Chi ha provveduto l'Universo in cui viviamo di una Natura così ricca di forze e di energie comprensibili a noi e sfruttabili ai nostri fini.

Come premessa voglio rincuorare il lettore che, non molto pratico di questa branca tecnica, si accinge con diffidenza a leggere il mio scritto. Con poca pazienza la diffidenza si trasformerà nella meraviglia che anch'io provo. Il mistero si chiarirà, per riformarsi più fitto solo agli estremi limiti della conoscenza attuale.

Ma ora analizziamo con cura i fenomeni elettromagnetici.

Nel più disastroso dei casi, voi avete udito dei suoni intelligibili uscire dall'apparecchio radio e avete immaginato che questi suoni si sono formati a grandissima distanza. Ma come arrivano all'apparecchio ricevente? E come vengono trasformati per attraversare lo spazio?

Cominciamo da qui.

Sapete che cos'è un'onda?

Un pettegolezzo nato a Roma raggiunge assai presto Milano, anche se nessuna delle persone che direttamente partecipa a trasmetterlo, viaggia fra le due città. L'onda marina può spostarsi fino ad attraversare l'oceano, ma non per questo si spostano le particelle di acqua e di sale in esso disciolte. Il vento, soffiando su di un campo di grano, produce un'onda che attraversa l'intero campo, ma lascia alla fine ogni spiga al proprio posto. Possiamo dire che l'onda si sposta ed arriva molto lontano, ma non comporta uno spostamento effettivo nel mezzo che la ospita. Possiamo anche dire che il moto dell'onda non è moto di materia, ma dell'energia che provoca l'onda.

Questo concetto vi sembrerà chiaro se avete osservato un'onda, ma se non l'avete mai fatto, io vi consiglio di interrompere questa lettura per dedicarvi allo studio di un piccolo bacino d'acqua (un catino, una vasca o qualsiasi superficie tranquilla a disposizione). Comincerete col provocare un'onda con un movimento della mano proporzionale alla superficie che avete a disposizione, poi passerete a constatare come un turacciolo galleggiante venga superato da un'onda senza subire apprezzabili spostamenti orizz-

zontali e infine osserverete il propagarsi in ogni direzione e lo smorzarsi graduale delle onde circolari provocate lasciando cadere qualcosa nell'acqua.

Le onde si formano dappertutto vi sia un movimento e percorrono qualsiasi mezzo. Esse sono visibili in un liquido quando raggiungono una certa dimensione, ma non lo sono sempre quando le osserviamo in altri mezzi.

Vi sono onde nei solidi. Pensate che voi udite la vostra voce perché le onde sonore emesse dalla laringe si propagano per conduzione ossea al timpano, invece i vostri amici le ascoltano dopo che si sono propagate nell'aria: per questo vi capita di non riconoscere la vostra voce se la sentite al registratore. Provate ad appoggiare l'orecchio al tavolo e sentirete un colpo battuto su di esso molto più sonoramente che non ricevendo le stesse onde attraverso l'aria.

Vi sono onde nei fluidi (proprio le onde sonore con le quali noi comunichiamo usando la trasmittente della bocca e la ricevente dell'orecchio).

Vi sono infine onde per noi interessantissime che fanno vibrare il campo elettromagnetico.

Qui la nostra immaginazione non deve tradirci: dobbiamo figurarci un oceano infinito in cui è immersa la terra, la luna, il sistema solare e l'universo tutto. Ma questo oceano non è formato da particelle materiali bensì da un «qualchecosa» che si presta alla trasmissione delle onde elettromagnetiche così come il mare trasmette le onde nella sua acqua e l'aria le onde sonore.

Questo oceano è il **Campo elettromagnetico**. Esso è sempre esistito: è una caratteristica di quella parte

dell'universo che conosciamo. Dal giorno della Creazione esso viene solcato dalle onde elettromagnetiche — cioè le stesse del nostro telegrafo, della radio e della televisione — che sono generate da fenomeni naturali, come il fulmine, e non vengono captate da nessuno.

Ritornando a considerare le casalinghe onde nell'acqua, che ci fanno da modello per studiare il fenomeno delle onde elettromagnetiche, che sfugge ai nostri sensi, prendiamo nota delle principali caratteristiche delle onde.

a) La «velocità di propagazione» dell'onda è la velocità con cui l'onda si sposta dal punto in cui viene generata, verso i confini del campo a sua disposizione.

b) La «lunghezza d'onda», termine oggi giorno tanto comune, è la distanza che separa la cresta dell'onda da quella dell'onda seguente.

c) La «frequenza» è una grandezza in proporzione con la velocità di propagazione e con la lunghezza d'onda e rappresenta il numero di onde che viene emesso in un dato tempo.

La velocità di propagazione dell'onda elettromagnetica nel vuoto è di 300.000 Km. al secondo, cioè 300.000.000 di m/sec. A titolo di paragone annotiamo che la velocità delle onde sonore è di 5104 m/sec. nell'alluminio, 1437 m/sec. nell'acqua, 317 m/sec. nell'ossigeno e circa 340 m/sec. nell'aria a dieci gradi di temperatura. Questa velocità si mantiene costante per uno stesso tipo di onda in un determinato mezzo, ad una data temperatura.

La lunghezza d'onda e la frequenza invece sono grandemente variabili. Le onde sonore udibili all'o-

recchio umano hanno lunghezze d'onda variabili tra 21.000 e 2 cm. e frequenze tra i 16 e i 20.000 hertz. Le onde usate nel campo delle radiocomunicazioni variano fra alcuni Km. e pochi cm. di lunghezza d'onda e frequenze da 10 a 300.000 kilocicli.

A questo proposito osserviamo il fenomeno curioso che durante una trasmissione radio il suono arriva più velocemente alle orecchie del radioascoltatore che a quelle dello spettatore diretto seduto nell'ultima fila di poltrone dell'auditorio. Infatti il suono — le onde sonore — si propaga nell'aria ad una velocità enormemente inferiore alla sbalorditiva velocità delle onde elettromagnetiche.

Vi potrà anche capitare stando seduti in fondo ad una grande sala cinematografica che i suoni vi arrivino leggermente sfasati rispetto alla visione delle azioni che li provocano. Sedendo ad 80 metri dall'altoparlante, il suono impiega un quarto di secondo a raggiungervi, mentre l'immagine visiva è praticamente istantanea. Sono avvertibili sfasature anche di un decimo di secondo. Questo leggero inconveniente non potrà capitarvi davanti ad un apparecchio televisivo, perchè in questo caso sia l'immagine che il suono vengono trasmessi per mezzo delle onde elettromagnetiche e percorrono quindi apprezzabili distanze in tempi uguali.

Ma ci stiamo distraendo. Vi accorgete a questo punto che parlandovi delle onde radio ve ne ho descritto le principali caratteristiche, ma non vi ho chiaramente spiegato cosa sono ed in che cosa consiste questo fantomatico campo elettromagnetico attraverso il quale esse si spandono.

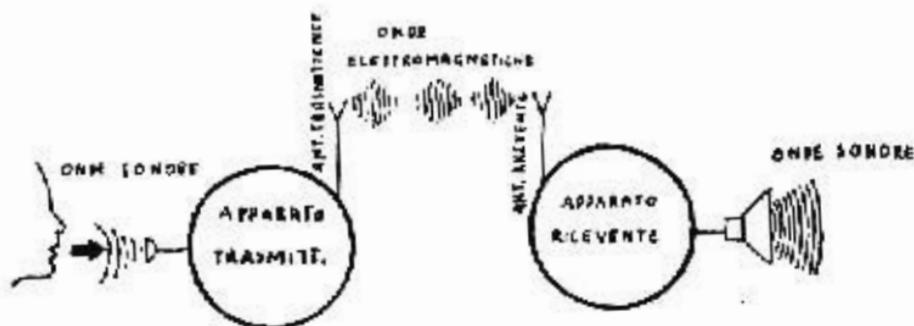
Ho un'ottima scusante. Nessuno conosce esattamente la natura di questi fenomeni.

Vi sono numerosi problemi in fisica che restano insoluti. L'uomo si accontenta di conoscere come manovrare utilmente i fenomeni naturali, anche se non sa che cosa siano.

Vi sono molte forze che vennero sfruttate dall'uomo fin dal suo apparire sulla terra, senza conoscere la natura intima e anzi talvolta senza nemmeno accorgersi di usarle. Tra di esse vi è la forza di gravità (che viene usata per camminare e muoversi), l'onda sonora e la luce, che ha stretti rapporti con tutti i fenomeni elettromagnetici. Ma ai fini pratici di comunicare fra noi basta conoscere con la massima esattezza come le onde radio si comportano, come si diffondono, come vengono emesse e come vengono captate. Soprattutto è importante che noi siamo riusciti a modularle a nostro piacimento.

Nella radiofonia il suono, che è vibrazione dell'aria, viene trasformato per mezzo dell'apparecchio chiamato microfono in corrente elettrica modulata a bassa frequenza, del tipo di quella che percorre i cavi telefonici. In questo stato viene trasportata per filo fino alla stazione trasmittente, sottoponendola agli ampliamenti del caso se il percorso lo richiede. Alla stazione trasmittente viene trasformata da gigantesche valvole in corrente elettrica modulata ad alta frequenza, cioè del tipo adatta a generare onde radio ad alto potenziale. Finalmente la corrente, che ha conservato le caratteristiche modulazioni dovute ai suoni che rappresenta, arriva alla fase finale della trasmissione: l'antenna e da qui si irradia nello spazio.

L'antenna dell'apparecchio ricevente riceve esilissime correnti ad alta frequenza, emesse da varie stazioni trasmettenti, e le invia ad appositi filtri perchè possano discernere le lunghezze d'onda che si desiderano ascoltare. La corrente allora passa ad una speciale valvola detta rivelatrice che converte la corrente a bassa frequenza, adatta ad essere ritrasformata in onda sonora dall'altoparlante. Passa quindi in valvole che la potenziano enormemente, utilizzando la corrente non modulata che viene fornita all'apparecchio dalla « presa di corrente » o dalla batteria e finalmente arriva all'altoparlante che la trasforma in suono.



La trasmissione radiofonica

Tutto questo avviene a fantastica velocità e molto prima che abbiate detto « Bah! », il canto di un tenore di New York può subire queste molteplici trasformazioni ed arrivare fino a voi.

Riepiloghiamo per maggior chiarezza le tappe del meraviglioso viaggio dell'onda sonora:

Onda sonora.

Microfono che la trasforma in corrente elettrica.

Amplificatori per trasportarla alla stazione trasmittente.

Stazione trasmittente dove viene trasformata ad alta frequenza.

Antenna che la trasforma in onde radio.

.....

Antenna ricevente.

Filtri d'onda.

Valvola rivelatrice che la trasforma a bassa frequenza.

Valvole amplificatrici.

Altoparlante.

Onda sonora.

Questo schema rudimentale va imparato per benino, perchè ci servirà da guida nell'esame approfondito dell'apparecchio ricevente. Ma per essere completi, diamo una scorsa a tutto il viaggio dell'onda sonora.

## II

### DOVE SI PRODUCONO I SUONI DA TRASMETTERE

Il meccanismo grazie al quale voi potete ascoltare una trasmissione inizia nel palazzo della radio. Oggi si può trasmettere da qualsiasi luogo — campi sportivi, aeroporti, teatri — ma per fare una buona trasmissione si usano tanti e tali impianti che conviene generalmente dar vita alle trasmissioni negli appositi auditori o ricorrere a registrazioni.

Gli auditori sono luoghi isolati la cui ampiezza varia da quella di una stanzetta, adatta al solo annunciatore, al grande teatro contenente spettatori, dove si possono svolgere giochi radiofonici, grandi concerti ecc. Queste sale sono di costruzione accurata per evitare fenomeni acustici dannosi e per dare ai suoni calore e pastosità. Ogni auditorio generalmente ha caratteristiche specifiche che lo rendono adatto ad un certo tipo di programma e la prima qualità curata è, naturalmente, il completo isolamento dai rumori esterni.

Nell'auditorio e nelle stanze adiacenti si trova l'impianto microfonicco adatto al tipo di trasmissioni che si effettuano in esso. L'annunciatore si accontenta di un solo microfono, ma la trasmissione di un'opera

lirica richiede più microfoni sparpagliati nella sala, per ben dosare il suono di ogni singolo gruppo di strumenti.



Microfono

Questa dosatura viene effettuata da tecnici che si trovano in una saletta isolata rispetto all'auditorio, ma dalla quale possono tener d'occhio il medesimo attraverso una vetrata. In questa saletta vengono convogliati i cavi dei microfoni per ricevere la regolazione e la dosatura migliore onde ottenere lo scopo voluto. In una trasmissione di Jazz, ad esempio può essere importante dare maggior rilievo ad alcuni strumenti senza disturbare gli artisti o raccogliere con alcuni microfoni una data gamma di suoni piuttosto che un'altra. La corrente modulata dei microfoni, dosata dal tecnico-regista, viene raccolta in un cavo ed amplificata per mezzo di alcune grandi valvole elettroniche. Dopo un ulteriore controllo eseguito da tecnici su appositi strumenti di misura, onde evitare distorsioni ed interferenze, la corrente modulata viene inviata alla, o alle stazioni trasmettenti tramite appositi cavi isolati. Se il percorso è particolarmente lungo, si rende necessario amplificare la corrente ogni 80 Km., perchè arrivi a destinazione con intatte le sue caratteristiche di modulazione.

## La stazione trasmittente

Il compito della stazione trasmittente è quello di ricevere la corrente modulata a bassa frequenza in arrivo dal microfono e di trasformarla, conservandone le caratteristiche di modulazione, nel miglior tipo di corrente adatto ad emettere onde elettromagnetiche. Infatti il microfono riceve onde sonore ad una certa frequenza e di una certa lunghezza, ma queste caratteristiche delle onde sonore, che vengono trasformate in variazioni di corrente elettrica, non sono sullo stesso piano delle caratteristiche richieste alle onde elettromagnetiche.

La frequenza delle onde sonore in un secondo è diversa per i diversi suoni, ma si mantiene molto bassa: i suoni bassi sono generati da onde sonore all'incirca della frequenza di 100 onde al secondo, ognuna della lunghezza di metri 3,82, mentre i suoni alti possono essere formati da 1.000 onde di 38 cm. al secondo. Sarebbe impossibile emettere onde elettromagnetiche ad una frequenza così bassa. Il campo elettromagnetico per vibrare ha bisogno di frequenze altissime: decine di milioni di onde al secondo!

Come si supera l'ostacolo di una corrente modulata, cioè di una corrente che nella variazione della sua tensione riproduce le variazioni e le caratteristiche dei suoni da cui ha avuto origine, ad una gamma di frequenze molto bassa, mentre abbiamo bisogno una corrente ad altissima frequenza, pur con la stessa modulazione, per irradiare nello spazio le onde radio?

Per comprendere la differenza fra la modulazione

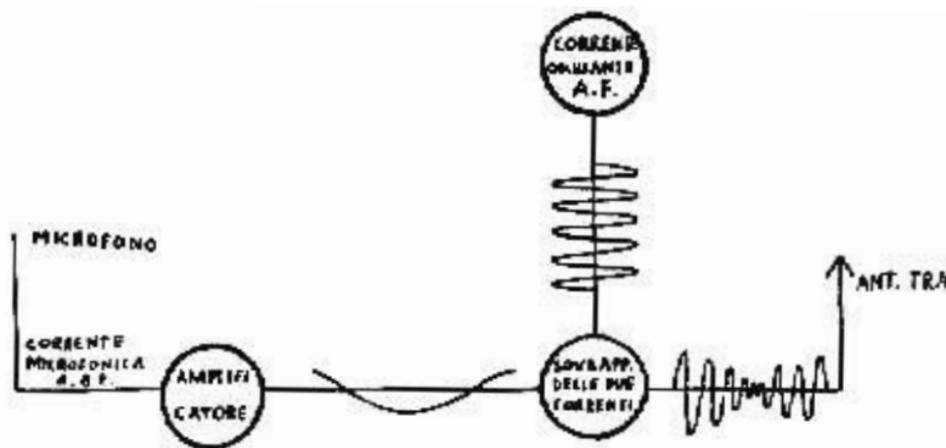
della corrente, la sua frequenza e la sua lunghezza d'onda, ricorriamo alla rappresentazione grafica della corrente.

Il microfono consiste in una membrana atta a vibrare con lo stesso ritmo dei rumori esterni. Dietro alla membrana si trovano dei granuli di carbone in cui viene fatta passare una leggera corrente continua. I granuli di carbone permettono il passaggio della corrente elettrica, ma secondo la pressione cui sono sottoposti, la corrente passerà imperfettamente (se non c'è pressione e quindi il contatto fra i granuli è imperfetto), oppure passerà senza difficoltà se la pressione stringerà l'un l'altro i granuli in un contatto più stretto. Naturalmente la pressione sui granuli di carbone è data dalla vibrazione della membrana allo stimolo del suono.

Questa corrente subirà quindi variazioni di intensità in diretta corrispondenza con le onde sonore che sollecitano la membrana. Ecco quindi due primi tipi di corrente elettrica: quella ad intensità costante, fornita dal generatore di corrente, che rappresenteremo come una linea retta e quella ad intensità variabile, o corrente microfonica che viene indicata simbolicamente come una linea dolcemente ondulata. Queste ondulazioni costituiscono la modulazione della corrente e contengono nella loro forma l'importante messaggio captato col microfono.

Gli amplificatori che agiscono sulla corrente per rendere possibile il suo trasporto alla stazione trasmittente, amplificano la sua intensità, conservandone però intatte le variazioni, cioè la modulazione.

Nella stazione trasmittente vi sono dei potenti generatori di corrente che forniscono la corrente osci-



Stazione trasmittente

lante ad altissima frequenza, adatta a trasformarsi in onde radio, ma questa corrente non ha modulazione e, inviata alla trasmissione non darebbe che un solo segnale continuo. Rappresentiamo questa corrente con una linea a forte ondulazione. Nelle gigantesche valvole della stazione trasmittente la corrente microfonica viene sovrapposta alla corrente oscillante di cui abbiamo detto, secondo un processo che vi sarà chiaro quando avremo studiato meglio le valvole termioniche, e si ottiene una corrente ad alta frequenza modulata con le stesse caratteristiche della corrente microfonica: la rappresentiamo con la linea della corrente ad alta frequenza, ma sagomando la loro ondulazione proprio con la stessa forma che aveva la corrente microfonica.

Riassumendo questo processo, la vibrazione dell'aria viene « sovrapposta » una prima volta alla corrente continua che passa nel microfono e cede a questa la sua modulazione. Nella centrale di trasmis-

sione questa corrente modulata a bassa frequenza viene «sovrapposta» ad una corrente oscillante a frequenza altissima e dà origine ad una corrente modulata ad alta frequenza.

La corrente oscillante viene fornita al trasmettitore con una lunghezza d'onda fissata, in modo che ogni trasmettente irradii intorno a sé onde elettromagnetiche che non possano confondersi o interferire con quelle di altre stazioni. Ad esempio il «Radiocorriere» ci informa che la frequenza di trasmissione della stazione Milano I, è di 814 kHz.

Il chilohertz è una unità di misura e vuol significare mille oscillazioni al secondo (un Hertz è una oscillazione al secondo). Dalla frequenza su cui trasmette la stazione di Milano, possiamo calcolare la lunghezza d'onda che è caratteristica di una e solo una stazione trasmettente (a meno di speciali interferenze volute, di solito in dipendenza di situazioni politiche). Per risalire alla lunghezza d'onda, ragioniamo così: la velocità con cui si spandono le onde elettromagnetiche è di 300.000.000 metri al secondo e nello stesso secondo il trasmettitore di Milano emette 814.000 onde allacciate l'una all'altra senza interruzioni.  $300.000.000 : 814.000 = 368,6$  metri per ciascuna onda.

A proposito sottolineiamo che questa lunghezza di onda viene espressa in metri, ma non ci è di nessuna utilità pratica sapere che un'onda è lunga tanti metri. In particolare la lunghezza dell'onda non ha rapporti con la portata del trasmettitore.

Le onde si espandono a maggiore o minore distanza secondo l'energia con cui vengono emesse. Questa energia viene fornita da una sorgente (centrale

elettrica) al trasmettitore perchè a sua volta questi «spinga» a tutta forza le onde intorno a sé e permetta, sia di farle captare molto lontano, che di riceverle molto forti e chiare nelle stazioni più vicine. L'unità di misura della potenza del trasmettitore è il Kilowatt ( $Kw = 1.000$  watt).

Siccome ogni trasmittente opera su una frequenza diversa e conseguentemente irradia nello spazio onde elettromagnetiche di diversa lunghezza, ci interessa conoscere di quale campo d'operazione possiamo disporre per trasmettere segnali radio:

Per le comunicazioni radiofoniche si utilizzano onde di frequenza fra i 10 m. e i 2.000. Ragioni tecnologiche richiedono però di suddividere questo campo d'azione delle onde radio in gamme di minore ampiezza, e precisamente avremo:

#### **La gamma delle onde lunghe :**

Lunghezza d'onda . . . .	da 850 a 2000 metri.
Frequenze usate . . . . .	da 350 a 150 chilocicli.
Disturbi . . . . .	molto forti.
Ricerca delle stazioni . .	molto facile.
Uso . . . . .	industriale.

#### **La gamma delle onde medie :**

Lunghezza d'onda . . . .	da 160 a 600 metri.
Frequenze usate . . . . .	da 1650 a 500 chilocicli.
Disturbi . . . . .	abbastanza forti.
Ricerca delle stazioni . .	abbastanza facile.
Uso . . . . .	teletrasmissioni normali.

### **La gamma delle onde corte :**

Lunghezza d'onda . . . .	da 52 a 25 metri.
Frequenze usate . . . . .	da 5800 a 12.000 chilocicli.
Disturbi . . . . .	deboli.
Ricerca delle stazioni . .	difficile.
Uso . . . . .	teletrasmissioni a grande distanza secondarie.

### **La gamma delle onde cortissime :**

Lunghezza d'onda . . . .	da 12 a 25 metri.
Frequenze usate . . . . .	da 25.000 a 12.000 chilocicli.
Disturbi . . . . .	molto deboli.
Ricerca delle stazioni . .	molto difficile.
Uso . . . . .	modulazione di frequenza trasmissioni televisive.

In questa tabella i valori indicati sono quelli usati praticamente e non quelli effettivi teorici. I limiti estremi di ogni gamma variano da apparecchio ad apparecchio e questo dipende da particolari ragioni costruttive. Gli apparecchi che usano una gamma più limitata, ricevono naturalmente un minor numero di stazioni e rinunciano alle stazioni che trasmettono su una lunghezza d'onda che è al limite della gamma.

La gamma più usata è quella delle onde medie, che è anche considerata la gamma principale.

Nella tabella che abbiamo sopra esposta, noterete che vi sono notate delle caratteristiche di ogni lunghezza d'onda, come i disturbi e la difficoltà di ricerca delle stazioni. La ragione della maggiore o minore variabilità dei disturbi va ricercata soprattutto nelle fonti naturali di onde radio. Quanto alla

difficoltà di ricerca delle stazioni, occorre osservare, che più corta è l'onda, più è difficile captarla ed isolarla per mezzo degli strumenti che sono a nostra disposizione nell'apparecchio ricevente. Questa difficoltà risulta evidente osservando la scala parlante (o il quadro che reca il nome di tutte le stazioni) del vostro apparecchio: in esso le stazioni ad onda lunga occupano un vasto tratto, mentre quelle ad onda cortissima occupano un tratto molto breve. Quando si agisce sul comando per spostare l'indice della scala parlante, anche spostandoci velocemente captiamo facilmente tutte le stazioni ad onda lunga (ad es. di 2.000 metri) e dobbiamo invece fare molta attenzione a non saltare le stazioni nella gamma d'onda di poche decine di metri. La differenza appare evidente perfino osservando le stazioni della stessa gamma d'onda.

### **Le onde radio nello spazio**

La corrente modulata che abbiamo ottenuto dal microfono, enormemente potenziata dalla corrente oscillante ad alta frequenza ed ancora ampliata per raggiungere i valori desiderati al fine della trasmissione, viene infine inviata all'antenna. Nell'antenna le oscillazioni della corrente si trasformano una per una in oscillazioni del campo elettromagnetico, dando origine alle onde elettromagnetiche. Queste ultime iniziano il loro viaggio verso le antenne riceventi.

Le onde emesse dall'antenna sono dette sferiche, perchè si propagano da un punto dello spazio, tutto all'intorno. Anche se il mezzo in cui si propagano non fosse assorbente, il fatto di espandersi in un enorme volume (in un secondo riempiono una sfera di

3.000.000.000 metri di raggio), comporta che esse si affievoliscano grandemente. Potete immaginare l'antenna come una candela che irradia luce nello spazio intorno a sé: avanti, indietro, di fianco, in alto, in basso. Quella stessa luce che potrebbe essere sufficiente alla lettura alla distanza di due metri, a dieci metri non permette più di distinguere un volto umano e a cento la si scorge appena.

Capirete dunque che, perchè la trasmissioni a grande distanza siano possibili, avremo bisogno di disporre di apparecchi sensibilissimi, in un mezzo poco assorbente attraverso il quale inviare le onde radio e di stazioni che trasmettono a grandissima potenza.

Tuttavia, pur avendo a disposizione tutto questo, le trasmissioni a grande distanza non sarebbero ancora possibili se non ci venisse in soccorso la ionosfera, cioè lo strato superiore dell'atmosfera d'aria che avvolge la terra.

Ma procediamo con ordine.

Le onde radio possono diffondersi in qualsiasi mezzo — o quasi —, perchè il campo elettromagnetico permea tutta la materia. Ma la vibrazione elettromagnetica entra in risonanza con la materia ovunque passa e comporta quindi anche una vibrazione delle singole molecole che la compongono. La vibrazione della materia sottrae molta energia all'onda elettromagnetica, proporzionalmente alla sua densità specifica, alla sua conduttività magnetica, ecc. E non sapendo come sfogare queste vibrazioni le trasforma in calore, cioè in una forma di energia completamente inutile ai fini di una trasmissione radio.

E' come dire che ogni molecola di materia è come una piccolissima antenna ricevente alla quale, però,

non è collegato nessun apparecchio di ascolto. In ogni molecola si forma una leggerissima corrente elettrica modulata, frutto delle vibrazioni del campo elettromagnetico e questa corrente passa quasi totalmente da una molecola all'altra, trasmettendosi di corpo in corpo, se la conducibilità elettrica è elevata; si trasforma invece in calore — proprio come nella stufa elettrica — se incontra resistenza.

Le molecole dell'aria hanno una buona conducibilità elettrica e trasmettono le onde radio senza quasi derubarle di energia. Ma tutti gli oggetti composti di una materia più densa (alberi, cespugli, costruzioni, terreno, acqua ecc.) assorbono gran parte della potenza di cui le onde sono dotate fino ad esaurirle totalmente.

Se inviassimo onde radio solo orizzontali, parallele al terreno, in 50 o 100 Km., esauriremmo qualsiasi carica di energia ed esse non sarebbero più captabili a maggiori distanze. A ciò si aggiungerebbe la curvatura della terra, che le onde non potrebbero seguire perchè viaggiano in linea retta e potremmo toglierci dalla testa le telecomunicazioni.

Ma noi inviamo onde in tutte le direzioni e quindi non solo intorno a noi parallelamente al terreno. Inviamo onde verso il basso, che si perdono rapidamente e onde verso l'alto, in tutte le possibili inclinazioni.

Le onde inviate verso l'alto dovrebbero diventare ben presto onde spaziali e perdersi nell'immensità dello spazio verso le stelle infinitamente lontane e gli altri corpi celesti. A questo punto la natura ci viene inaspettatamente in aiuto e pone nella parte più alta dell'atmosfera terrestre uno specchio riflettente

i raggi di onde elettromagnetiche, dimodochè i medesimi vengono riflessi sulla terra.

Lo specchio che si rivela tanto utile si trova nella ionosfera, dove i raggi ultravioletti che il sole invia sulla terra, ionizzano l'aria estremamente ricca di azoto che si trova a quell'altezza e appunto questi strati d'aria ionizzata sono impermeabili alle onde che tentano di lasciare la terra per avventurarsi nello spazio esterno. In particolare le onde a bassa frequenza, cioè le onde lunghe, vi penetrano per un poco e vengono quindi riflesse. Le onde corte e cortissime, penetrano per un tratto più profondo prima di venir rispedite a terra.

Le onde lunghe hanno la caratteristica di venir assorbite in molto minor misura dagli ostacoli materiali. Esse viaggiano bene, dunque, anche raso il suolo, ma non possono coprire grandi distanze per l'ostacolo che offre loro la curvatura terrestre. D'altro canto, anche inviate verso l'alto, in tutte le direzioni, incontrano ben presto lo strato riflettente che le rimbalza verso terra. Esse hanno quindi una scarsa portata.

Le onde corte, invece, non possono assolutamente viaggiare parallele al terreno. Esse vengono però inviate verso la ionosfera e riescono a penetrare per un buon centinaio di Km., nello strato riflettente prima di essere costrette a ritornare a terra. In questo modo, ognuna secondo l'angolo d'incidenza, cioè l'angolo con cui vengono inviate verso l'alto, esse vengono rimbalzate vicino alla stazione trasmittente, a media distanza, o molto molto lontano.

Purtroppo questo servizievole strato non è perfetto e unisce degli inconvenienti alle sue utilissime doti.

Esso è infatti in perpetuo ondeggiamento, frapponne fra sè e noi banchi di nuvole e strati d'aria carichi di elettricità, che agiscono sulle onde in maniera assolutamente imprevedibile. Inoltre la ionizzazione dell'aria varia con la stagione e perfino nelle ore del giorno, spostando più in alto o più in basso lo strato riflettente in relazione con la maggiore o minore attività del sole e dei suoi raggi ultravioletti.

La complicazione, poi, dei due percorsi diversi delle onde (quello per così dire «spaziale» e quello rasoterra) si presta a generare delle eco o delle evanescenze nei luoghi in cui entrambe le onde sono udibili.

Immaginiamo per esempio una stazione ricevente posta ad un centinaio di Km. dalla trasmittente, là dove può ancora arrivare l'onda emessa parallelamente al terreno. Il percorso delle onde spaziali è più lungo e malgrado la fulminea velocità delle onde, quest'ultime arriveranno con un leggero ritardo. Di solito si tratta di milionesimi di secondo, per cui la sfasatura non è avvertibile dall'orecchio umano, ma se casualmente le onde arrivano a sovrapporsi in modo che la cresta di un'onda ricalchi esattamente la gola di un'altra, tutta la modulazione della corrente si annullerà e la ricezione non produrrà alcun suono.

Se, ad esempio, una stazione trasmette con l'onda di 420,8 m., basta che tra due onde captate dalla ricevente vi sia una differenza di percorso di 210,4 metri, vale a dire metà della lunghezza dell'onda, perchè la sovrapposizione di cresta e gola estingua completamente la ricezione. Ma non solo una differenza di percorso di quella lunghezza disturberà la tra-

smissione, ma anche altre come 631,2 metri (cioè  $420,8 + 210,4$ ), quando cioè la cresta dell'onda che ha avuto il più lungo percorso non si sovrappone alla gola immediatamente seguente, ma a quella ancora successiva. E così si può sovrapporre a qualsiasi gola emessa in seguito, ad una distanza di  $210,4 + X \cdot 420,8$  metri.

Questa possibilità di disturbo viene detta «evanescenza», perchè secondo come avviene la sovrapposizione delle due onde si ottiene una eccessiva sonorità o un completo affievolimento (nel primo caso quando le onde si sovrappongono cresta a cresta e gola a gola) e può darsi che questi due effetti si alternino per il mutare in particolari condizioni dello strato che riflette le onde da noi chiamate «spaziali». Si provvede ad eliminare gran parte di questo effetto grazie a delle apposite antenne studiate in modo che il ritorno dell'onda spaziale, riflessa dalla ionosfera, non cada nella zona immediatamente adiacente la antenna, in quella zona cioè in cui si può captare agevolmente il segnale emesso raso il suolo. Purtroppo, le cause dell'evanescenza possono anche essere altre, meno facilmente individuabili, su cui per ora chiudiamo un occhio.

Vediamo chiaramente, dunque, che, della potenza impiegata nella stazione trasmittente per inviare tutto all'intorno radio-onde, la maggior parte va dispersa, assorbita e trasformata in calore. Oggi si preferisce costruire stazioni radio di medie dimensioni e collegarle a mezzo filo ad altre stazioni lontane e a dei ripetitori che trasmettano sulla stessa lunghezza d'onda, piuttosto che servire una regione molto vasta — come potrebbe essere una Nazione — con un

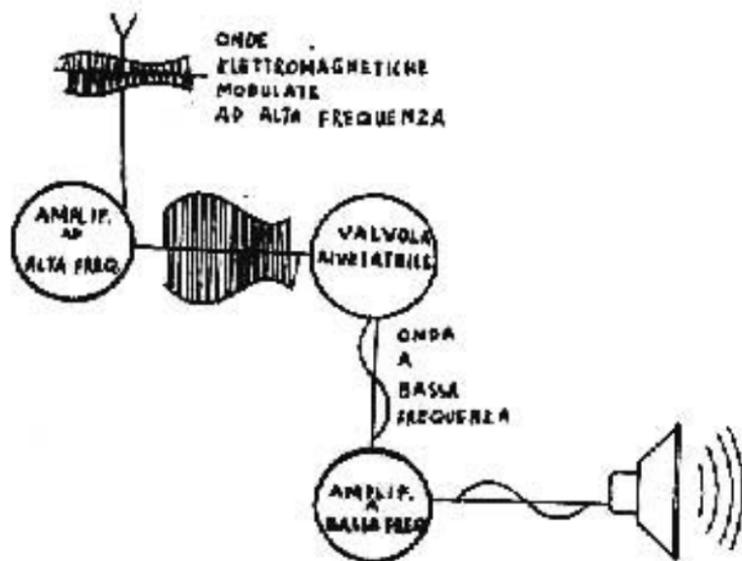
solo trasmettitore. In questo modo si economizza energia.

La potenza messa in gioco da un trasmettitore medio può essere ad esempio di 1.000 Kilowatt, cioè di un milione di Watt ( $1 \text{ kW} = 1.000 \text{ w}$ ). Il Watt è una unità di misura della potenza e dà un'indicazione dell'energia elettrica che viene fornita da un generatore alla stazione trasmittente, ogni secondo, per la trasmissione. Di questa potenza, che non è eccezionale, all'antenna dell'apparecchio ricevente arriva appena appena qualche milionesimo di Watt! Ovvero qualche miliardesimo di chilowatt per rimanere nella stessa unità di misura in cui abbiamo espresso la potenza del trasmettitore.

### L'apparecchio ricevente

La potenza che viene ad essere captata dalla nostra antenna non può certo essere definita grande. L'antenna vibra a tutte le onde elettromagnetiche che le pervengono con sufficiente energia per un fenomeno di risonanza. Nell'antenna quindi si mescolano tutte le onde radio presenti in quel luogo in quel momento e queste, con la vibrazione generano una corrente elettrica invero leggerissima, della stessa potenza delle onde elettromagnetiche che sono pervenute al metallo dell'antenna.

Tutte queste correnti hanno diversa frequenza — così come le stazioni radio che le hanno generate — e scendono lungo il filo dell'antenna fino all'apparecchio radio vero e proprio. Per prima cosa incontrano il circuito ad alta frequenza che abbiamo descritto prima e vengono accolte dai cosiddetti « filtri d'onda » che provvedono a filtrare tutte queste cor-



Apparecchio ricevente

renti in modo da eliminare quelle non richieste e lasciar proseguire nel circuiti dell'apparecchio ricevente solo quelle di frequenza stabilita da chi maneggia l'apparecchio.

Dall'efficacia di questi filtri d'onda dipende la «selettività» dell'apparecchio. Trent'anni fa non si conoscevano difficoltà di selettività perchè le stazioni trasmettenti erano poche e ben distanziate l'una dall'altra nella scala delle lunghezze d'onda. Allora la virtù massima che veniva richiesta ad un apparecchio era la «sensibilità», cioè la capacità di questo apparecchio di riprodurre suoni di qualsiasi intensità con la massima fedeltà. Oggi le stazioni trasmettenti sufficientemente potenti per giungere al nostro apparecchio sono moltissime e per forza di cose trasmettono su lunghezze d'onda strettamente adia-

centi, tanto che è molto difficile separarle nettamente una dall'altra.

Per questo si chiude volentieri un occhio sulla qualità della ricezione pur di evitare il rischio di incorrere in una mancanza di selettività che sovrappone la ricezione di una stazione a quella di un'altra.

Allo stato attuale delle comunicazioni elettromagnetiche e facendo uso dei filtri d'onda posti a nostra disposizione dalle condizioni economiche, con quattro dei medesimi disposti successivamente otterremo ancora una selettività scarsa e con sei una selettività soddisfacente.

Aumentando ancora il numero dei circuiti accordati — così si chiamano tecnicamente i filtri d'onda — e portandoli per esempio ad otto, la selettività diviene eccessiva e compromette la sensibilità dell'apparecchio.

Come spieghiamo tutto questo?

Senza addentrarci in concetti complessi, diciamo subito che è inesatto dire che un trasmettitore usa emettere onde ad una frequenza ben precisa: in realtà esso si vale di un «canale», cioè di una gamma di frequenze che possono variare di qualche migliaio di Hertz attorno al valore della frequenza che gli è stato assegnato.

Infatti, quando nella trasmittente avviene la sovrapposizione dell'onda modulata a bassa frequenza che proviene dal microfono con la corrente oscillante ad alta frequenza inviata dal generatore, la frequenza finale che ne risulta non è quella dell'una nè quella dell'altra, ma la somma di entrambe.

Facciamo un esempio: una trasmittente riceve corrente oscillante a 590 kH, cioè 590.000 Hertz, viene

modulata con la corrente in arrivo dal microfono che oscilla alla stessa frequenza delle onde sonore udibili, in pratica fra 50 e 5.000 Hertz. Queste oscillazioni possono sommarsi o sottrarsi a quelle della corrente oscillante ad alta frequenza, secondo come combaciano le due onde. Questo stato di cose ci dà come risultato finale una corrente oscillante a frequenza variabile, col variare dei suoni registrati, attorno — 5.000 Hertz in più o 5.000 in meno — alla frequenza caratteristica del trasmettitore.

In questo consiste dunque il « canale » di trasmissione. Per convenzione si è fissato di concedere a ciascuna trasmittente un canale di 9.000 Hertz di ampiezza, che significa poter variare in più o in meno dell'onda fissa ad alta frequenza di 4.500 Hertz. Lo orecchio umano percepisce come caso limite suoni fino a 15.000 Hertz, ma accontentandosi di una varietà di suoni che rientra nella realtà di tutti i giorni, ci si limita a trasmettere i suoni fino al limite di 4.000 Hertz e, come potete constatare ascoltando un concerto alla radio, possiamo esserne soddisfatti. Allo scopo di accontentare le orecchie più fini e gli ascoltatori più esigenti, nelle principali città d'Europa funziona un sistema di trasmissione a mezzo cavo telefonico, che offre all'utente un canale di ascolto ben più ampio, di portata locale, senza dover per questo limitare il numero di stazioni trasmittenti.

Ora che abbiamo stabilito cos'è un canale di trasmissione ritorniamo ai nostri filtri d'onda. Il ricevimento ideale dovrebbe possedere dei filtri d'onda che permettano il passaggio della sola frequenza su cui sono accordati, 4.500 Hertz in più o in meno. Ma questo, come può ben apparire, è molto difficile.

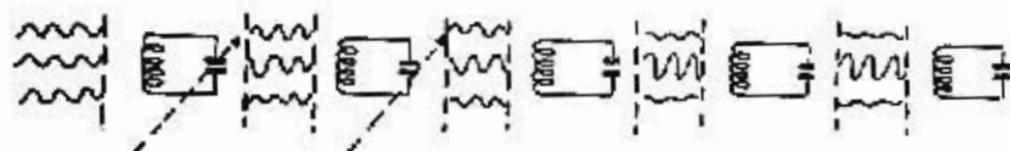
La radio la cui qualità si lascia a desiderare, o gli apparecchi destinati ad un uso locale, dispongono di un numero insufficiente di filtri d'onda: due o quattro. Per spiegare cosa succede allora ricorriamo ancora una volta ad un esempio.

Supponiamo due stazioni trasmettenti che abbiano i rispettivi canali adiacenti. Una trasmette con 1140 e l'altra con 1149 kff. Se volete ascoltare la trasmittente più vicina (supponiamola posta in Italia), non avrete difficoltà perchè la sua maggiore potenza coprirà di gran lunga la voce della consorella lontana (supponiamola all'altro capo dell'Europa), le cui onde giungono molto deboli a causa della distanza. Ma se, viceversa, volete ascoltare la stazione lontana, incontrerete molte difficoltà perchè la stazione vicina ecciterà ugualmente i circuiti accordati (insufficienti) e arriverà a farsi udire anche se i medesimi non sono accordati precisamente sulla sua lunghezza di onda.

Con sei filtri d'onda, gli apparecchi moderni hanno trovato il giusto equilibrio fra selettività e sensibilità. Ma se noi disponessimo otto filtri d'onda in un apparecchio a caratteristiche normali, otterremmo una selettività strabiliante, ma pessima riproduzione del suono, perchè lo stesso canale della trasmittente verrebbe « tagliato » alle estremità e verrebbero a mancare le note più alte. Il suono, così, verrebbe ad essere cupo e privo delle necessarie caratteristiche di armonia.

Una volta, quando le stazioni trasmettenti captabili erano poche, il numero di filtri d'onda necessario a ben separarle era inferiore e questo lasciava una maggior libertà ai canali, che potevano senz'al-

tro estendersi ai limiti dell'udibile. In seguito, con la diffusione raggiunta dalle trasmissioni radio si dovette sacrificare in parte l'ampiezza dei canali e potenziare oltremodo gli apparecchi.



Filtri d'onda

Il numero fisso di sei filtri d'onda, riguarda però solo gli apparecchi più importanti perchè questo numero è legato alla sensibilità dell'apparecchio. Se una radio utilizza una sola valvola (la rivelatrice), avrà una minima possibilità di amplificare i segnali che riceve e sarà quindi adatta a captare e a tradurre in suoni solo un numero limitato di stazioni (magari solo la stazione locale). In tal caso l'economia ci insegna che è sufficiente solo una coppia di circuiti oscillanti. Col crescere delle possibilità dell'apparecchio, vengono aumentate anche le coppie di circuiti oscillanti fino ad un massimo di sei, come abbiamo spiegato.

Il funzionamento dei filtri d'onda, o circuiti accordati vi verrà spiegato per sommi capi ora, mentre una analisi più profonda del principio fisico su cui sono basati, verrà eseguita in uno dei capitoli seguenti.

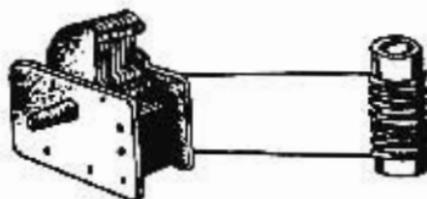
Il circuito 'accordato consiste nell'accoppiamento di un condensatore e di una bobina.

Un condensatore, nel nostro schema semplicistico dell'apparecchio ricevente, può essere fisso oppure



Condensatore: schema

variabile. Con le parole «fisso» e «variabile» si intende condensatore a capacità fissa oppure a capacità variabile. La capacità del condensatore è quella che ci permette di sintonizzare il medesimo con qualche approssimazione su un certo canale di onde elettromagnetiche e di lasciar passare, se non solo proprio quelle frequenze che ci siamo prefissi di ricevere, una certa gamma di lunghezze d'onda.



Condensatore a capacità variabile

Il condensatore variabile è un oggetto caratteristico, che tutti probabilmente hanno visto qualche volta nell'interno di un apparecchio radio. Consiste in due gruppi di lamine metalliche, uno fisso con l'intelaiatura del condensatore e l'altro mobile, comandato da un albero che, nell'apparecchio montato, fa capo al comando di sintonia. Girando l'albero, le lamine mobili si sovrappongono alle lamine fisse, e si vengono a trovare alternatamente una mobile ed una fissa. Nel senso opposto si ottiene invece l'effetto di far

uscire il pacchetto delle lamine mobili da quello delle fisse.

Nel primo caso si ha la massima capacità dello strumento, che risulta conseguentemente accordato per ricevere le onde più lunghe, nel secondo caso la capacità risulta minima ed entrano in vibrazione per sintonia solo le onde corte.

I condensatori fissi hanno la stessa funzione di vibrare in concomitanza di un canale di onde molto prossime alla frequenza su cui sono stati accordati. Ma in essi non vi è modo di scegliere questa frequenza, come si faceva per i condensatori variabili.

Questi condensatori vengono posti dopo la prima valvola — ed il perchè lo vedremo ben presto — e sono accordati per vibrare ad una frequenza fissa (ad es., di 465 kH), detta anche «Media Frequenza». I condensatori fissi sono molto meno appariscenti e costosi dei loro fratelli a lamine mobili. Si possono presentare sotto diversi aspetti e consistono semplicemente in due lamine separate da un isolante (mica, carta, ecc.).

Le bobine consistono in un avvolgimento di fili di rame. Nelle bobine in cui si richiedono poche spire di filo, si ricorre ad un supporto cilindrico e ad avvolgimenti semplici. Quando invece l'apparecchio richiede bobine con molti avvolgimenti, il filo viene avvolto a treccia e le bobine possono assumere forme curiose.

Abbiamo accennato che il nostro circuito accordato, formato da un condensatore e da una bobina serve a selezionare fra la massa di onde in arrivo all'antenna, quella che abbiamo prescelto per l'ascolto. Ad entrarci in maggiori spiegazioni vorrebbe dire pe-

netrare nei segreti reconditi dell'elettromagnetismo e vi rinunziamo per coerenza alle premesse di questo libretto popolare. Tuttavia ci serviremo di un paragone fra il circuito accordato ed il pendolo meccanico per spiegare come mai il numero di questi circuiti nello schema dell'apparecchio ricevente sia sempre pari (due o quattro o sei).

Il condensatore variabile, grazie alla variazione della sua capacità, comandata dal comando di sintonia, vibra in risonanza con la gamma d'onda voluta, o meglio, con una gamma d'onda attorno a quella voluta. Nell'insieme del circuito accordato l'onda si comporta come il movimento in un pendolo: passa alternativamente dal condensatore alla bobina (naturalmente ad altissime velocità). Questo paragone del pendolo con un circuito accordato e delle oscillazioni meccaniche con le correnti oscillatorie è particolarmente utile e va tenuto presente nello studio di ogni fenomeno radiotecnico, con le dovute variazioni causate dalle elevatissime frequenze del fenomeno elettrico.

Má i circuiti accordati sono impiegati in coppia, uniti da un conduttore che li pone in relazione e permette il passaggio delle oscillazioni elettromagnetiche dall'uno all'altro. Fedeli all'esempio che abbiamo appena esposto, costruiamo un sistema composto da due pendoli liberi di oscillare, uniti da un mezzo meccanico atto a trasmettere dall'uno all'altro le oscillazioni meccaniche: ad esempio un filo elastico, fissato ai due gambi supposti rigidi. Supponiamo di trasmettere una ondulazione ad uno dei due pendoli accoppiati (e che il legame sia talmente lento da non poter vincere subito l'inerzia dell'altro pendolo). Abbandonato il pendolo a se stesso, il primo pendolo

comincia ad oscillare con una frequenza leggermente modificata dal legame elastico.

Attraverso questo legame elastico l'ondulazione lentamente passa dal primo al secondo pendolo, finché ci si trova nella situazione inversa: il pendolo che noi abbiamo eccitato è fermo e l'altro si muove con tutta l'energia del sistema. Questo stato di cose, però, non dura che un attimo, perché subito il legame elastico provvede a far nuovamente passare il movimento sul primo pendolo... e così via fino all'esaurimento dell'ondulazione per l'attrito inevitabile del sistema.

Nel circuito elettrico si manifesta un fenomeno analogo, in cui però non si permette all'onda di essere palleggiata da un circuito all'altro più d'una volta e questo avviene in virtù di speciali accorgimenti.

Occorre anche notare che nel sistema dei due circuiti accordati il collegamento non avviene a mezzo di un conduttore elettrico a filo, ma induttivamente o per autoinduzione, secondo, cioè, quella proprietà delle correnti elettromagnetiche di propagarsi nello spazio che già viene sfruttata fra antenna trasmittente ed antenna ricevente. Naturalmente, in questo caso, non è necessaria una grande potenza di trasmissione, dato il minimo spazio che le onde devono varcare e, per la stessa ragione, sono minime le perdite di energia.

Abbiamo detto che un moderno apparecchio radio contiene sei filtri d'onda. Qualche anno fa, questi sei filtri o circuiti accordati venivano disposti uno di fila all'altro, in serie, comprendevano tutti e sei dei condensatori variabili che, per essere sintonizzati tutti in modo da entrare in risonanza con la medesima lunghezza d'onda, venivano comandati da un unico asse facente capo al comando di sintonia.

Per ragioni di economia, però, si adottò in seguito, un'altra soluzione, ed è quella che veniamo ad esporre.

Vogliamo ricevere l'onda di 610.000 oscillazioni al secondo e regoliamo di conseguenza la manopola di sintonia dell'apparecchio. Cosa succede all'interno?

Collegati con il comando di sintonia vi sono solo due condensatori variabili, facenti capo ad altrettanti filtri d'onda. Le laminette dei due condensatori si muovono e, nella giusta posizione — che ci è indicata dalla taratura della scala parlante — acquistano la capacità di ricevere quella data lunghezza d'onda, con qualche approssimazione.

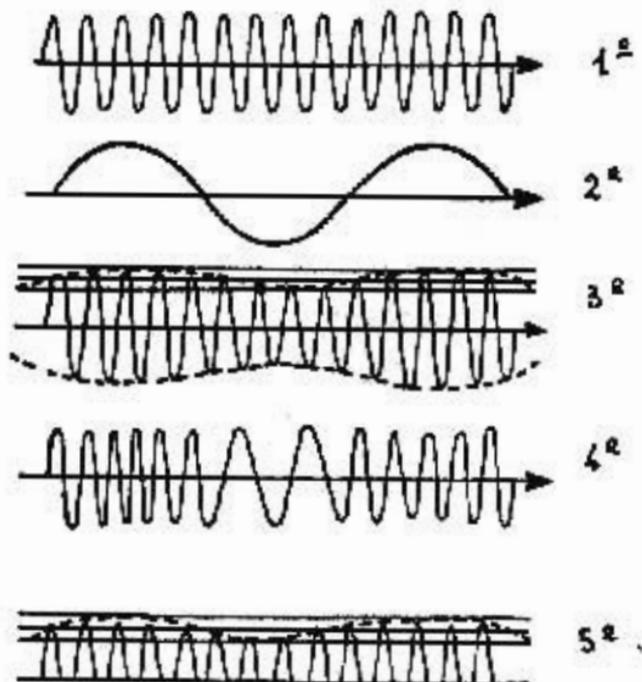
Di fatto l'antenna riceve almeno dieci stazioni, ma dopo il filtraggio dei primi due circuiti accordati, le stazioni che proseguono il loro cammino verso il nostro altoparlante sono solo tre: l'onda di 610.000 cicli, ricevuta in tutta la sua energia, e le due onde immediatamente adiacenti, quella superiore e quella inferiore, che risultano un poco attenuate perché i condensatori variabili, che non sono accordati sulla loro frequenza, entrano male in risonanza. Le altre stazioni, la cui lunghezza d'onda è piuttosto lontana da quella prescelta, non fanno vibrare le lamine dei condensatori: si perdono e le loro vibrazioni si trasformano in calore.

A questo punto dovrebbero entrare in circuito gli altri quattro filtri d'onda e attenuare definitivamente le stazioni di troppo, permettendo alla sola onda di 610 kHz di giungere alla bassa frequenza. Ma altri quattro condensatori variabili accordabili sull'onda prescelta sono molto costosi...

Entra quindi in funzione la PRIMA VALVOLA.

Ed ecco all'azione dunque le potentissime fate del regno elettromagnetico. Piccoli aggeggi di vetro e di metallo che sono nati per manipolare le misteriose correnti dell'etere!

Comprenderemo dopo come funziona una valvola. Per adesso continuiamo la nostra anatomia dell'apparecchio radio, accontentandoci frettolosamente di sapere che la prima valvola da noi incontrata nell'apparecchio ricevente ha la doppia funzione di amplificare la debole corrente in arrivo dall'antenna e di convertire la frequenza che abbiamo prescelto per l'ascolto — badate bene: qualunque essa sia — nella frequenza fissa di 465.000 cicli al secondo.



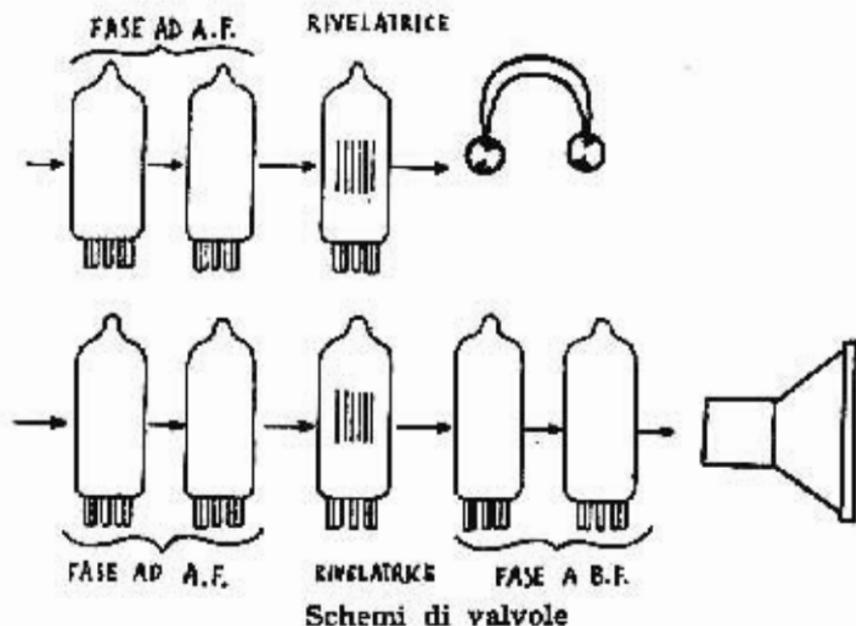
Effetto delle valvole

Spieghiamoci con un esempio. Abbiamo sintonizzato l'apparecchio su 610 kH, ma dopo i primi due filtri passano, ad esempio, anche le frequenze di 600 e 620 kH. La valvola in questione è detta «Convertitrice a Media Frequenza», trasforma l'onda prescelta per l'ascolto in onda a 465 kH e le due onde parassite, ad esempio, in onde a 455 e 475 kH. Mirabile l'opera di questo tubo elettronico, la cui utilità stiamo per spiegare, ma aggiungiamo che le correnti giunte agli elettrodi della valvola vengono anche amplificate circa 100 volte.

A questo punto, per filtrare ulteriormente la nostra corrente, non saranno più necessari circuiti accordati dotati di condensatori variabili, perchè l'onda prescelta per l'ascolto viene senz'altro ad essere quella che la valvola ha trasformato a 465 kH. Ci basta quindi che i rimanenti circuiti accordati siano muniti di condensatori fissi atti a vibrare alla frequenza fissa di 465 kH. E la nostra sete di economia viene così ad essere un poco calmata.

Dalla seconda coppia di circuiti l'onda d'ascolto esce dunque a 465 kH, e le due parassite sono sempre più indebolite per il gioco dei circuiti accordati a vibrare in risonanza perfetta sotto a 465 kH. A questo punto è bene metterci un'altra valvola, con la semplice funzione di amplificare un altro centinaio di volte il segnale. Dopo l'opera dell'«Amplificatrice a Media Frequenza» la nostra onda ha una potenza di ben 10.000 volte l'originale captato nell'antenna (100 volte  $\times$  100 volte) e viene inviata alla terza ed ultima coppia di filtri, dotata anche questa di condensatori fissi. Da questo nuovo lavaggio la nostra onda a media frequenza esce finalmente pulita pu-

lita, senza più trascinarsi dietro le sue non desiderate compagne e diviene pronta ad essere trasformata a bassa frequenza.



Abbiamo già parlato della valvola RIVELATRICE che trasforma il segnale dall'alta alla bassa frequenza. Anch'essa ha doppia funzione, come la « Convertitrice a Media Frequenza ». Difatti trasforma la frequenza di 485 kH in onda di frequenza udibile (al massimo poche migliaia di H) e, secondariamente, amplifica ulteriormente il segnale di una decina di volte. Seguono dei circuiti di importanza non vitale che dipendono dall'estro del progettista e servono ad eliminare disturbi e a raggiungere certe doti parti-

colari e veniamo all'ultima valvola, detta **AMPLIFICATRICE FINALE**. Ora, dopo un'ulteriore amplificazione di cinque volte, il nostro segnale, raccolto all'antenna ricevente a 610.000 Hertz e ad una potenza di infinitesimi Watt, ecco che giunge a far vibrare la membrana dell'altoparlante trasformato a frequenza sonora e quindi udibile e amplificato in totale mezzo milione di volte (100 volte dalla Convertitrice a media frequenza, 100 volte dalla Amplificatrice a Media Frequenza, 100 volte dalla Rivelatrice e 5 volte dall'Amplificatrice Finale. Totale di:  $100 \times 100 \times 5 = 500.000$ ).

Gli apparecchi radio contengono anche circuiti accessori come quelli che presiedono all'alimentazione delle valvole, che devono pur ricevere da qualche parte l'energia necessaria ad esplicare le loro funzioni amplificatrici. Ma il percorso dell'onda elettromagnetica ricevuta all'antenna, costituisce la parte essenziale necessaria alla comprensione del fenomeno.



## DIVISIONE IN GAMME DELLE RADIO-ONDE

Una divisione accurata delle onde radio comprende le seguenti gamme:

Microonde . . . . .	da qualche cm. ad 1 metro - freq. min. di 300.000 Kc/sec.
Ultracorte . . . . .	da 1 a 10 metri - frequenze da 300.000 a 30.000 Kc/sec.
Cortissime . . . . .	da 10 a 20 metri - frequenze da 30.000 a 15.000 Kc/sec.
Corte . . . . .	da 60 a 200 metri - freq. da 6.000 a 1.500 Kc/sec.
Mediocorte o intermedie	da 60 a 200 metri - freq. da 6.000 a 1.500 Kc/sec.
Medie . . . . .	da 200 a 600 metri - freq. da 1.500 a 500 Kc/sec.
Mediolunghe . . . . .	da 600 a 1000 metri - freq. da 500 a 300 Kc/sec.
Lunghe . . . . .	da 1.000 a 3.000 metri ed anche oltre - frequenze da 300 a 1700 Kc/sec.
Industriali . . . . .	da 15.000 a 50.000 metri - frequenze da 20 a 6 Kc/sec.

Nella radiotecnica dilettantistica si usano onde da 20 a 1.000 metri e le si dividono praticamente in sole quattro categorie: cortissime e corte, medie e lunghe.

## EQUIVALENZE FRA FREQUENZE E LUNGHEZZE D'ONDA

Lunghezza d'onda (in metri)	Frequenze (in Kc o periodi/sec.)
1	300.000
5	60.000
10	30.000
20	15.000
30	10.000
40	7.500
50	6.000
60	5.000
70	4.285
80	3.750
90	3.333
100	3.000
150	2.000
200	1.500
300	1.000
400	750
500	600
600	500
650	461
700	428
750	400

Le lunghezze d'onda intermedie si possono ricavare approssimativamente per interpolazione fra gli esempi fatti, o con precisione dividendo il valore costante della velocità della luce (300.000) per la frequenza. Viceversa, per ottenere la frequenza avendo la lunghezza d'onda, si divide il medesimo valore per quest'ultima.

### III

## STORIA DELLE RADIOCOMUNICAZIONI

La tecnica delle radiocomunicazioni si sviluppò non appena vennero approfondite a dovere le nozioni di dinamica elettromagnetica. Dalle leggi fondamentali dell'induzione elettromagnetica scoperte dal Faraday nascono le leggi di Maxwell relative alle correnti di spostamento e queste diedero i primi sospetti della moderna teoria elettromagnetica della luce, che venne sperimentalmente confermata da Hertz.

Ma le proprietà fondamentali del campo delle radiazioni, che permisero il pieno sviluppo dei sistemi di radiocomunicazione, sono dovute a Guglielmo Marconi (\*) che per primo ottenne di controllare le onde radio fuori da un laboratorio, attraverso una distanza di qualche decina di Km.

Fu ancora il Marconi a scoprire che le onde elettromagnetiche potevano superare l'ostacolo supposto insormontabile della curvatura terrestre, nel corso dei suoi esperimenti di trasmissione transatlantica a bordo del piroscafo « Philadelphia ».

Si scatenò allora una ridda di supposizioni e di teorie, le cui conclusioni sperimentali durano ancora oggi, fornendo materia di studio ai cosiddetti satelliti artificiali.

---

\* Guglielmo Marconi, bolognese (1874). Il suo primo brevetto, atto a proteggere i primi apparecchi per radiotrasmissioni, risale al 1898.

L'inglese Heaviside formulò l'ipotesi di un campo fortemente ionizzato dalla luce solare, che avvolge la Terra, variando con le condizioni di illuminazione giornaliere e stagionali e che fa rimbalzare le onde verso la Terra permettendo loro di superare la rotondità del pianeta.

Una volta dato l'avvio a questi studi, l'importanza commerciale dell'impiego delle onde elettromagnetiche fece sì che numerosissimi studiosi di tutto il mondo vi si dedicassero con entusiasmo. Invenzioni e scoperte numerosissime fecero rapidamente progredire la tecnica radio e non di rado avveniva che nuovi apparati venissero introdotti prima ancora che quelli presentati avessero il tempo materiale di venire applicati.

Oggi la radiotecnica tradizionale occupa un posto insostituibile nella nostra civiltà e le sue applicazioni che godono maggiormente i favori delle folle sono: i microapparecchi, dovuti ai meravigliosi transistori e la televisione.

## IV

### BREVE LEZIONE DI FISICA INTRODUTTIVA ALLA RADIOTECNICA

#### La teoria atomica

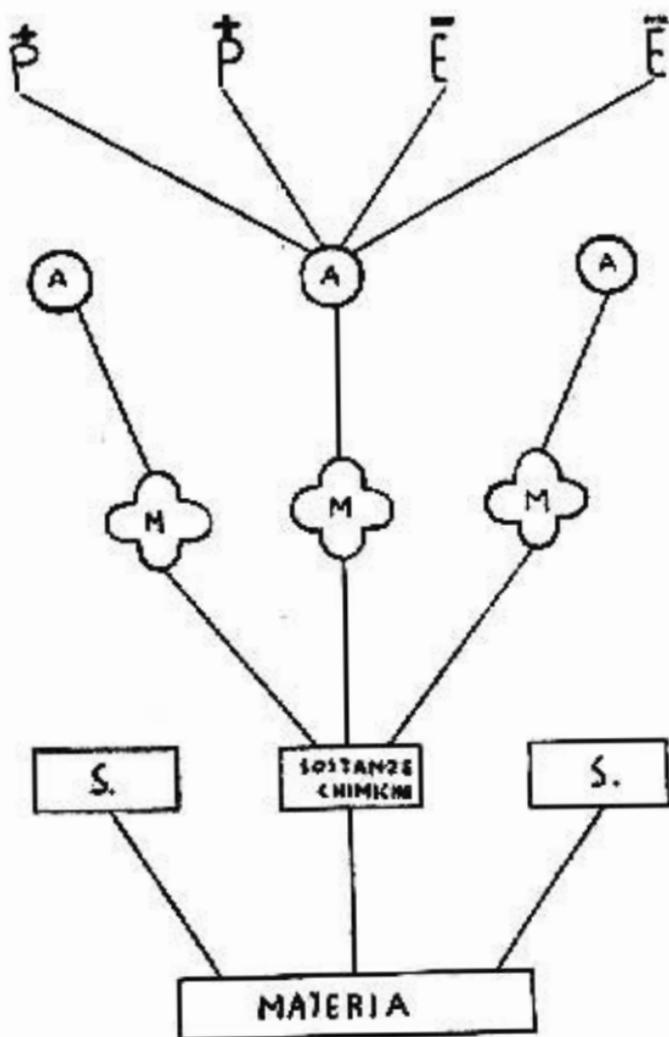
Tutti i corpi che cadono sotto i nostri sensi sono dovuti alle innumerevoli combinazioni che si possono ottenere formando delle «molecole» con gli «atomi» dei corpi semplici.

I corpi semplici esistenti in natura sul nostro pianeta sono 92. Artificialmente sono stati prodotti altri corpi semplici, che non esistevano originariamente sulla terra nelle attuali condizioni, ma la cui presenza sembra segnalata nel sole e nelle stelle. Gli atomi dei corpi semplici sono le più piccole particelle che da essi si possono ottenere, frazionando ulteriormente i quali la materia perde le sue caratteristiche classiche.

Gli atomi possiedono la proprietà di aggregarsi fra di loro secondo schemi fissi e di formare così le molecole. Esistono molecole fatte di atomi della stessa specie e molecole che riuniscono atomi di specie diversa. Le possibili combinazioni dei 92 atomi presenti in natura si prestano ad un numero praticamente infinito di combinazioni (pensate che nella chimica organica si studiano le molecole formate da migliaia di atomi!).

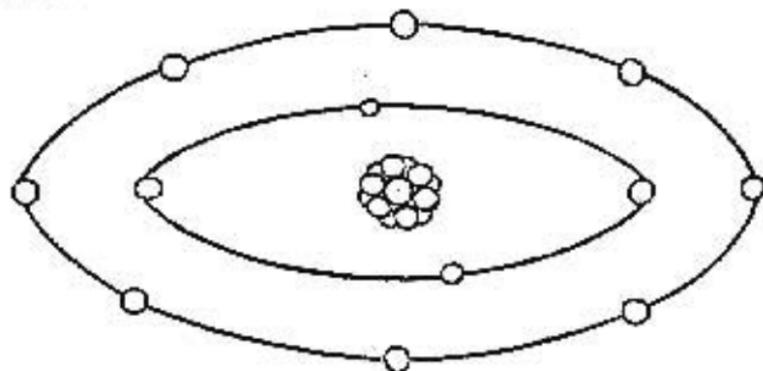
Un tempo l'atomo veniva considerato indivisibile, ma oggi si conoscono bene o male diversi suoi componenti e, per raffigurarci razionalmente cosa avvie-

ne in questo mondo infinitesimo su cui nessuno mai ha potuto lanciare uno sguardo, si ricorre a delle «teorie».



Composizione della materia

Tutte le teorie moderne concordano nel considerare l'atomo come composto da un nucleo centrale formato da « protoni » e da « neutroni », attorno al quale ruotano a grandissima velocità degli « elettroni ». Possiamo aiutare la nostra immaginazione a vedere tutto questo, immaginando un sistema solare in miniatura.



L'atomo

Il nucleo dell'atomo abbiamo detto che contiene protoni, che sono particelle di materia cariche di elettricità positiva e di neutroni, che sono particelle materiali elettricamente neutre. Il nucleo è particolarmente pesante.

Gli elettroni che stanno al posto dei pianeti nell'immagine del sistema planetario che rappresenta l'atomo sono particelle oltremodo leggere, ma cariche negativamente.

Agire sul nucleo degli atomi è un'impresa riservata alla chimica nucleare e comporta impiegare o liberare una grandissima energia. Agire invece sugli elettroni è particolarmente semplice ed ognuno di noi lo fa correntemente, manovrando gli interruttori della luce.

## I segreti della chimica

Permettendoci il lusso di essere molto superficiali, per non trasformare questo libretto in un manuale tecnico complicatissimo e necessariamente incompleto, diremo che ai nostri fini possiamo attribuire alla composizione del nucleo tutte le caratteristiche chimiche dei corpi e allo stato del sistema planetario/elettronico le caratteristiche elettriche.

I novantadue atomi conosciuti sono ordinati in una tavola, detta di Mendeleieff, secondo la complessità che presentano. Apre la serie l'atomo di idrogeno, semplicissimo, formato da un protone al nucleo ed un elettrone periferico, segue l'elio in cui due elettroni orbitano un protone e via via fino all'Uranio che possiede ben 92 elettroni ordinatamente circolanti attorno ad un nucleo formato da centinaia di protoni e di neutroni.

Richiamiamo la nostra attenzione sul fatto che, crescendo il numero di particelle che compongono il nucleo, cresce anche il peso dell'atomo e quindi quello caratteristico della sostanza considerata.

Gli elettroni non sono disposti confusamente attorno al nucleo, ma si attengono scrupolosamente ad un « codice atomico » che permette loro di circolare in orbita senza incidenti. Questo codice prevede che gli elettroni vengano distribuiti su diverse orbite, man mano più distanti dal nucleo. La prima orbita — la più prossima al nucleo — può contenere un massimo di due elettroni, la seconda otto e così via. Dato che gli elettroni di una stessa orbita interagiscono fra di loro a causa della loro carica elettrica, un atomo potrà dirsi veramente completo quando, per sua natura, le orbite su cui sono stabilizzati i

suoi elettroni sono «complete», cioè contengono il massimo di elettroni concessi dal «codice». Questo accade per l'elio e per il neon, che essendo per natura autosufficienti, cioè essendo dotati dell'«optimum» di elettroni adatto alle caratteristiche del proprio nucleo, tendono a stare per proprio conto, cioè a non combinarsi con nessun altro elemento.

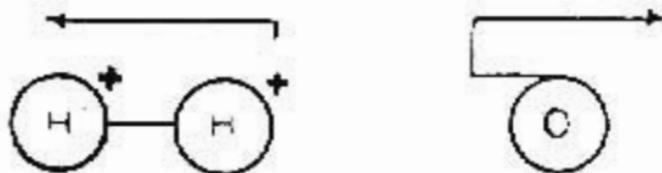
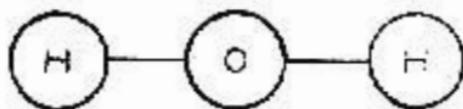
Gli elementi che hanno invece orbite esterne incomplete del numero prescritto dal «codice», tendono ad unirsi ad altri atomi (che sentono il loro stesso bisogno) e a mettere in comune le orbite deficienti per completarle bene o male mettendo degli elettroni in comune. Dove si vede che la necessità aguzza l'ingegno anche nell'infinitesimo piccolo.

La condizione che abbiamo testè descritta è quella più diffusa e dà origine — proprio per questo legarsi di un atomo all'altro — alla formazione delle molecole. A seconda che un atomo abbia bisogno di uno, due, tre, ecc., elettroni per completare la sua orbita esterna, si dice che ha «valenza» uno, o due, o tre ed è qualificato per legarsi ad uno o più atomi anche essi bisognosi, fino a colmare le proprie deficienze.

L'atomo nel suo stato normale è neutro. Questo vuol dire che le cariche positive dei protoni esistenti nel nucleo vengono bilanciate dall'egual numero di cariche negative degli elettroni che circolano attorno. Stuzzicandolo però in maniera adeguata si può indurre uno o più elettroni ad abbandonare la orbita naturale e variare così l'equilibrio delle cariche. In tal caso possiamo avere degli atomi con un elettrone in meno del necessario (e mancando una carica negativa l'atomo diventa positivo di una carica), oppure con un elettrone in più (e allora di-

venta negativo). Questi atomi dotati di una carica elettrica sono detti ioni, rispettivamente positivi e negativi.

Se voi fate passare una corrente continua in una certa quantità d'acqua, ad esempio immergendo in un bicchiere le estremità di due fili di rame collegati con gli elettrodi di una pila, ionizzerete un certo numero di molecole d'acqua e vedrete gli ioni negativi dell'ossigeno accorrere al polo positivo, dove possono scaricare il loro eccesso di elettroni e gli ioni positivi dell'idrogeno affollarsi al polo negativo che distribuisce loro gli elettroni mancanti consentendo così a queste particelle turbate di riposare nuovamente in pace.



Decomposizione dell'acqua

L'effetto di ionizzazione acquista tutta la sua importanza nei gas, dove è sovente accompagnato da un fenomeno di luminescenza (lampade al neon, ad esempio).

## La corrente elettrica

Lo stato elettrico di un corpo dipende dunque dalla carenza o dall'eccesso di elettroni nei suoi atomi (rispettivamente stato positivo e stato negativo). La corrente elettrica, invece, è il moto ordinato delle cariche elettriche. Noi non possiamo privare un corpo di molti dei suoi elettroni e neppure mantenerlo in questo stato per molto tempo, perchè automaticamente esso provvederà a farsene cedere un certo numero dalle sostanze circostanti o a catturare degli elettroni vaganti. Però possiamo creare un movimento negli elettroni per cui essi passano successivamente da un atomo all'altro. All'uopo dobbiamo fornire sempre nuovi elettroni ad una estremità del circuito (negativa) e provvedere ad estrarne lo stesso numero all'altra estremità (positiva). Per semplificare le cose uniremo le due estremità in modo che gli stessi elettroni mantengano la corrente finchè noi forniamo loro l'energia necessaria a muoversi.

Per questo la prima legge dell'elettricità pratica è che: «La corrente elettrica si può ottenere solamente in circuito chiuso». Un circuito aperto potrà, nella migliore delle ipotesi, presentare solo uno stato positivo ed uno stato negativo ai suoi estremi.

E' convenzione nata quando ancora non era nota la teoria elettronica che la corrente elettrica si sposti «in direzione opposta al flusso degli elettroni».

La corrente elettrica, cioè lo spostamento ordinato delle cariche elettriche può avere caratteristiche diverse, secondo il fenomeno che le genera.

Abbiamo la **CORRENTE DI CONDUZIONE** in un certo numero di corpi detti metalli. La caratteristica

strutturale di questi corpi è che un certo numero dei loro elettroni — situati in un'orbita esterna piuttosto fragile, per così dire — può venire facilmente liberato dall'atomo rispettivo applicando alle estremità del circuito che si vuole appunto ottenere, una forza detta «Differenza di Potenziale» (d'ora in avanti abbreviata d.d.p.). Gli elettroni non abbandonano il loro atomo nel senso letterale della parola, altrimenti in un tempo brevissimo il metallo ne rimarrebbe privo, ma si lasciano solamente sostituire da altri.

Nel loro movimento, naturalmente, offrono una **RESISTENZA** allo spostamento, che è dovuta alle forze attrattive dell'atomo nei loro confronti e che dipende dalla natura, dalla forma e dalle condizioni del corpo conduttore. Sempre in questo movimento, capita che gli elettroni urtino i sistemi atomici vicini e, in questo modo, li riscaldino.

I corpi non conduttori, in cui cioè la resistenza opposta dagli elettroni allo spostamento supera i valori convenienti, non si prestano alla corrente di conduzione e sono detti **ISOLANTI**.

La **CORRENTE DI CONVEZIONE** l'abbiamo nei gas e nelle soluzioni liquide. Applicando ancora una differenza di potenziale in due punti del nostro sistema, scindiamo le molecole materiali in ioni (ogni molecola in due ioni, uno positivo con un elettrone in meno ed uno negativo con un elettrone in più). Questi ioni si dirigono verso il punto in cui possono riacquistare il loro equilibrio, cioè dove possono riacquistare o cedere elettroni e così facendo traspor-

tano le cariche elettriche dando origine ad una corrente.

Questo genere di corrente è accompagnato da un effettivo e sensibile movimento di materia (gli ioni sono atomi completi) e comporta generalmente delle azioni chimiche.

**La CORRENTE ELETTRONICA.** Quest'ultimo tipo di corrente si verifica nel vuoto e si ottiene facendo sfuggire elettroni da un elettrodo e facendoli arrivare all'altro elettrodo. Questo viaggio degli elettroni viene favorito dal vuoto (relativo) che noi riusciamo ad ottenere con i nostri apparecchi, perchè permette agli elettroni di essere attirati o respinti dalle cariche elettrostatiche degli elettrodi senza incontrare un eccessivo numero di molecole ad ostacolare il cammino.

Mano a mano che in uno spazio le molecole diventano più rare e si verifica lo stato di « vuoto », è sempre meno possibile la corrente di convezione (per mancanza di molecole) e la corrente di conduzione (perchè rarefacendosi le molecole non sono più a contatto stretto fra di loro e non permettono quindi agli atomi di scambiarsi gli elettroni), ma si vengono realizzando le condizioni ideali per la corrente elettronica.

Allo stato attuale delle nostre conoscenze noi non possiamo chiudere un circuito usando solamente le correnti elettronica, o di convezione, ma queste correnti si possono verificare solo in una parte di un circuito di conduzione, in cui cioè si usano per il trasporto della corrente i classici conduttori metallici.

## Studio dei fenomeni elettrici

La caratteristica senz'altro più importante di un circuito conduttivo è quella espressa nella legge di Ohm, che cioè l'intensità di una corrente in un conduttore è direttamente proporzionale alla Forza Elettro-motrice (f.e.m.) ed inversamente proporzionale alla Resistenza propria del circuito. In formula questo si esprime:

$$I = \frac{\text{f.e.m.}}{R}$$

e significa che se volete calcolare l'intensità della corrente in un circuito, essa è uguale alla f.e.m. diviso per la resistenza, oppure, maneggiando la formula:

$$\text{f.e.m.} = IR$$

che la f.e.m. è uguale all'intensità per la resistenza, oppure:

$$R = \frac{\text{f.e.m.}}{I}$$

che la resistenza propria di un dato circuito è uguale alla forza elettro-motrice divisa per l'intensità della corrente.

L'esposizione di questa formula non deve spaventarvi, non ne faremo un uso pratico nel corso di queste nostre lezioni e quindi potete anche trascurarla. Quanto dovete meditare, però, sono i rapporti tra le caratteristiche fondamentali di un circuito elettrico: l'intensità di corrente (cioè il voltaggio della vostra

lampadina), la forza elettro-motrice (la tensione che alimenta le prese di corrente della vostra casa) e la resistenza dell'apparecchio che consuma la corrente (espressa in Ohms sulla lampadina), che non può avere valori qualsiasi, ma deve avere valori stabiliti dalla legge di Ohm.

Quando voi attaccate un apparecchio elettrico su un voltaggio sbagliato, la resistenza che esso offre al passaggio della corrente non ha più il valore ottimo stabilito dalla legge di Ohm ed il funzionamento dell'apparecchio viene seriamente danneggiato. Analogamente quando la vostra rete di alimentazione subisce degli sbalzi di intensità (e da questo siete protetti dai fusibili delle valvole), ancora una volta la legge inderogabile di Ohm viene maltrattata ed i vostri apparecchi elettrici rischiano di venire distrutti.

Sapete già che la differenza di potenziale (d.d.p.) si misura in Volt. Che la intensità di corrente si misura in Ampères. Ma il contatore di corrente, su cui si basa la bolletta che mensilmente pagate, non misura nè l'intensità, nè la f.e.m., bensì il loro prodotto, che è la potenza:

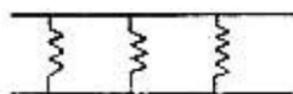
$P = VI$ : Potenza uguale Voltaggio per Intensità.

La potenza si misura in Watt.

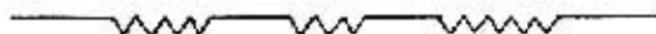
### **Serie e parallelo**

Gli elementi di un circuito elettrico, siano essi valvole o condensatori o resistenze, ecc., possono essere collegati fra loro in serie oppure in parallelo. Nel pri-

mo caso vengono disposti uno di fila all'altro e vengono a formare un solo elettrodo, nel secondo caso vengono disposti paralleli fra loro; un elettrodo unisce tutte le loro estremità da una parte ed un secondo elettrodo (cioè un secondo filo di rame) unisce le estremità dall'altra parte. Tutto questo in sede di schema, perchè nella realizzazione pratica ogni elemento prende la posizione più conveniente e non si bada certo a mantenere esattamente in fila o rigorosamente parallele le parti di un circuito.



Parallelo



Serie

## Elettromagnetismo

Molto vi sarebbe da scrivere su questo fenomeno che, inavvertito ai sensi comuni, domina una così gran parte del nostro mondo. Teniamo solamente presente la stretta connessione fra l'azione elettrica ed il campo magnetico, per cui ogni corrente genera un campo magnetico, ogni variazione di corrente determina una conseguente variazione del campo magnetico. E viceversa, ogni campo magnetico genera

una carica di elettricità statica ed ogni variazione di campo magnetico genera corrente elettrica.

Il campo magnetico — a voi è noto quello delle calamite, indipendente dall'elettricità — ha molte similitudini col campo elettrico.

### **Corrente continua e corrente alternata**

Si dice corrente continua una corrente che circoli costantemente nello stesso senso. Diremo brevemente che essa è fornita dalle dinamo a corrente continua, dalle pile e dagli accumulatori. Volendo, la si può trasformare in corrente alternata facendo uso di opportuni apparecchi.

La corrente alternata viene prodotta nelle grandi turbine ed è dovuta alle rapide variazioni di un potente campo magnetico. Essa varia continuamente da positiva a negativa e viceversa, cioè gli elettroni che la generano si spostano avanti e indietro con grandissima velocità. L'intensità della corrente alternata non può venire calcolata perchè varia continuamente: dal massimo positivo, decresce, assume valore nullo, diviene rapidamente negativo... ecc.

Questa intensità variabile falsa i valori della legge di Ohm per la corrente alternata.

In apparecchi delicati come quelli radioriceventi, l'alimentazione a corrente alternata, che è la più comoda, viene trasformata per determinati usi in corrente continua, facendo uso di un « raddrizzatore di corrente ».

La corrente continua viene simbolizzata con una linea continua. La corrente alternata invece, si rap-

presenta con una linea serpeggiante detta «sinusoide». Caratteristica della corrente alternata è la frequenza, cioè il numero delle oscillazioni complete al minuto secondo, che si misura in Hertz, o in cicli.

Le frequenze si dividono in: industriali o basse (la corrente della rete ha la frequenza di circa 50 cicli), alte o telefoniche, e radiotelegrafiche (milioni di cicli, misurati, per comodità, in chilocicli). Si può passare da una frequenza ad un'altra mediante i «trasformatori di tensione».

### **Effetto termico della corrente**

La resistenza incontrata dagli elettroni a muoversi nella materia densa di atomi, genera calore che riscalda i corpi attraversati dalla corrente. Questo effetto, osservabile nelle stufe elettriche ed anche nelle lampadine, è presente in ogni fenomeno elettrico ed è regolato dalla legge studiata da Joule.

Il calore sviluppato in un corpo dal passaggio di corrente elettrica è direttamente proporzionale alla resistenza del conduttore, all'intensità della corrente, ed al tempo durante il quale passa la corrente. Precisamente:

$$C = k I^2 R t$$

Osserviamo in questa legge che se vogliamo mantenere in limiti ammissibili il calore sviluppato da una corrente in un circuito, dobbiamo soprattutto fare discreto uso dell'intensità della corrente, che nella formula compare al quadrato. Il calore è dannoso soprattutto alle valvole dell'apparecchio radio.

# NELLO STUDIO DELLA RADIOTECNICA

Denominazione	Abbrev.	Definizione	Uso
<b>Mecanica</b>			
Centimetro	Cm.	Centesima parte del metro	Lunghezza
Metro	m.	—	Lunghezza
Minuto secondo	sec.	Sessantesima parte del minuto	Tempo
Chilogrammo	Kg.	—	Forza
Chilogrammetro	Kgm.	1 Kg. all'altezza di un m.	Lavoro
Chilogramm./sec.	Kgm./sec.	1 Kgm. al secondo	Potenza
<b>Optica</b>			
Candela internaz.	—	—	Intensità luminosa
Lumen	—	—	Flusso luminoso
<b>Elettricità</b>			
Ampère	A	—	Intensità di corrente
Ohm	V	In un conduttore della resistenza di un ohm produce la corrente di un ampère	Resistenza
Volt	V	—	Potenziale o f.e.m.
Coulomb	C	Un ampère al secondo	Quantità di elettricità
Farad	F	Capacità di un condensatore in cui sia la d.d.p. di un Volt, quando è caricato con un Coulomb.	Capacità
Henry	H	Quando in circuito la corrente varia di un Ampère/sec. e si sviluppa la f.e.m. di un Volt	Induttanza
Joule	J	Lavoro fatto da un Ampère al sec. incontrando la resistenza di 1 Volt	Lavoro elettrico
Watt	W	1 Joule/sec. oppure 1 Ampère alla d.d.p. di 1 Volt	Potenza elettrica

## MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI DELLE UNITÀ

Mega	= 1.000.000	= $10^6$	dal greco « grande »
Miria	= 10.000	= $10^4$	dal greco « diecimila »
Chilo (Kilo)	= 1.000	= $10^3$	dal greco « mille »
Etto	= 100	= $10^2$	dal greco « cento »
Deca	= 10	= $10^1$	dal greco « dieci »
Deci	= 1/10	= $10^{-1}$	dal greco « dieci »
Centi	= 1/100	= $10^{-2}$	dal latino « cento »
Milli	= 1/1.000	= $10^{-3}$	dal latino « mille »
Micro	= 1.000.000	= $10^{-6}$	dal greco « piccolo »
Milli-micro	= 1/1.000.000.000	= $10^{-9}$	
Micro-micro	= 1/1.000.000.000.000	= $10^{-12}$	

## MULTIPLI E SOTTOMULTIPLI DELLE UNITÀ DI MISURE ELETTRICHE

Nome	Simbolo	Uso	Valore pratico
Chilovolt	KV	d.d.p.	1.000 di volt = $10^3$ V
Millivolt	mV	id.	1/1.000 di volt = $10^{-3}$ V
Milliampère	mA	tensione	1/1.000 di ampère = $10^{-3}$ A
Microampère	A	id.	1/1.000.000 di ampère = $10^{-6}$ A
Megaohm	M	resistenza	1.000.000 di ohm = $10^6$
Microfarad	F	capacità	1/1.000.000 di Farad = $10^{-6}$ F
Micromicrofarad	F	id.	1/1.000.000.000 di Farad = $10^{-12}$ F
Picofarad	pF	come il micro- microfarad	
Millimicrofarad	mF	id.	1/1.000.000.000 di Farad = $10^{-9}$ F
Millihenry	mH	induttanza	1/1.000 di Henry = $10^{-3}$ H
Microhenry	H	id.	1/1.000.000 di Henry = $10^{-6}$ H
Centimetro	cm.	capacità ed induttanza	1/100 di metro = $10^{-2}$ m

**EQUIVALENZE DELLE MISURE DI POTENZA**

Unità di potenza	Watt	Chilowatt	Cavalli	Chilogram- metri/sec.
1 Watt (W)	1	0,001	0,00136	0,102
1 Chilowatt (kW)	1.000	1	1,36	102
1 Cavallo (CV)	735	0,735	1	75
1 Chilogramm./ sec.	9,81	0,00981	0,0133	1

**EQUIVALENZE DELLE MISURE DI ENERGIA**

Unità di energia	Joule Watt./sec.	Watt/ora	Kilowatt/ ora	KGM	CV/Ora
1 Joule	1	0,000278	0,27	0,102	0,00378
1 Watt/ora	3600	1	0,001	367	0,00136
1 kW/ora	3600000	1.000	1	367.000	1,35
1 Chilogramme- tro	9,81	0,002725	0,272	1	0,0037
1 Cavallo/ora	2646810	735	0,735	270.000	1

## I COMPONENTI ESSENZIALI DELL'APPARECCHIO RICEVENTE

Se mi avete concesso l'onore di seguire la mia esposizione del principio di funzionamento di un moderno apparecchio radiorecettore e soprattutto se avete dedicato un poco d'attenzione al breve capitoletto che vi espone alcuni semplici richiami di fisica tradizionale, sarete perfettamente in grado di esaminare ora uno per uno gli elementi che compongono comunemente un apparecchio ricevente e soprattutto di comprendere il loro funzionamento.

### **Conduttori, resistori, bobine, condensatori**

Cominciamo coll'esaminare alcuni semplici elementi dei circuiti elettrici, che assumono grande importanza anche in radiotecnica.

Le caratteristiche che contraddistinguono corpi conduttori e corpi isolanti sono già state oggetto della nostra attenzione. Nella radiotecnica più semplice si fa uso, per i circuiti a conduzione, di metalli ad alto potere conduttivo, compatibilmente con i problemi economici. Metalli pregiati vengono adoperati in piccole quantità in alcuni apparecchi di costruzione complessa nei quali un dilettante non ha occasione di mettere mano. In pratica i circuiti che vi capiterà di realizzare utilizzeranno semplici fili di rame

di medio diametro nudo oppure rivestito di gomma o di plastica. Gli isolanti non vengono maneggiati nella costruzione di semplici apparecchi, ma sono già compresi nei pezzi che richiedono particolare isolamento.

E' però opportuno ricordare che fungono ottimamente da isolanti: il nastro isolante, la carta e la mica. Talvolta occorre ovviare ad un inopportuno corto circuito con un isolamento alla buona di due corpi conduttori.

Ogni corpo conduttore oppone resistenza al passare della corrente elettrica. Tuttavia, nel caso di brevi circuiti in filo di rame di conveniente diametro (più è grosso il filo, meglio circola la corrente), la resistenza è trascurabile e ci risparmia di essere calcolata per equilibrare il circuito.

Tuttavia, come abbiamo già spiegato, perchè un circuito elettrico compia il suo dovere, occorre che l'intensità della corrente, la forza elettromotrice e la resistenza interna del circuito siano proporzionate dalla legge di Ohm. Nel calcolare un circuito si fa uso della tensione e della corrente più opportune per ottenere dall'apparecchio le desiderate caratteristiche di funzionamento e poi si equilibra il medesimo inserendo delle resistenze supplementari che, sommate alle resistenze proprie dei vari componenti, mantengono l'armonia voluta dalla legge di Ohm.

Quando le resistenze di un circuito sono eccessive, il medesimo non permetterà un passaggio di corrente adeguato. Quando le resistenze sono in difetto si cadrà in corto circuito ed il calore sviluppato per la legge di Joule dall'eccessivo passaggio di corrente rovinerà i conduttori (in genere rovinerà per primi

gli elementi più delicati che sono anche i più costosi).

Gli elementi che racchiudono in poco spazio la resistenza accuratamente tarata da inserire nel circuito sono detti resistori. Ne troviamo in commercio di vari tipi, sia a caratteristiche di resistenza fisse che variabili.

Un tipo economico, comunemente usato e generalmente soddisfacente è costituito da un sottilissimo strato conduttore avvolto a spirale su un supporto di porcellana. I valori di resistenza che si possono ottenere con questo tipo di resistore sono elevati (fino a qualche megohm) e possono sopportare correnti da un quarto a tre watt. Per potenze diverse si usano resistori più costosi.

I resistori variabili, sono detti anche potenziometri. Ai nostri fini il loro uso appare limitato.

Le bobine sono conduttori elettrici con particolari caratteristiche atte a valorizzare l'induttanza. Questa induttanza è strettamente connessa con il campo magnetico che si viene a formare ogniqualvolta una corrente elettrica percorre un conduttore.

Essendo il campo magnetico una manifestazione di energia, la sua variazione opporrà resistenza alla corrente che lo causa. Ci troviamo dinnanzi ad un tipo di resistenza diverso da quello che abbiamo finora considerato, perchè essa si verifica e si manifesta solo quando la corrente tende a variare d'intensità. Essa non ha nulla a che fare con la natura dei conduttori e con la resistenza che gli atomi oppongono al passaggio degli elettroni, ma, come abbiamo detto, è causata dal campo magnetico della

corrente che si oppone ad essere dilatato e ristretto in tempi brevissimi.

L'induttanza è dunque la resistenza elettrica che oppone qualsiasi conduttore filiforme ad una variazione di corrente.

In un conduttore diritto l'induttanza è trascurabile, ma se avvolgiamo il filo a spirale o in qualsiasi altro modo così da avere molto filo conduttore in breve spazio, il campo magnetico sarà molto più concentrato e soprattutto il campo magnetico di ogni spira avrà influenza sulle altre. Così otteniamo valori di induttanza che possono tornarci utili variando il numero delle spire di una bobina.

Per aumentare ancora i valori di induttanza che possiamo ottenere da una bobina, possiamo introdurrevi al centro un nucleo di ferro dolce.

Le bobine più semplici sono costituite da avvolgimenti di filo di rame su cilindri di materiale isolante. Con molta attenzione ed un poco di pratica potremo costruircele anche noi qualche volta, seguendo attentamente le necessarie istruzioni per ottenere l'effetto desiderato. Sovente invece si fa uso di particolari avvolgimenti realizzati con macchine e con caratteristiche particolari (bobine a nido d'ape e a fondo di panier).

Veniamo infine ai condensatori, che sono apparecchi per valorizzare la capacità di un circuito. I condensatori sono dei serbatoi di elettricità. La capacità è la quantità di elettricità con cui bisogna caricare un corpo perchè assuma un certo potenziale.

Cerchiamo di semplificare. L'esperienza ci insegna che occorrono diverse quantità di elettricità per portare vari conduttori ad uno stesso potenziale. Sic

come ogni punto di un circuito elettrico ha un potenziale ben fisso e stabilito dalla legge di Ohm, che noi sappiamo inderogabile, dovremo fornire a questo circuito la quantità di elettricità necessaria a caricare tutti i conduttori con esso collegati come vuole la legge di Ohm.

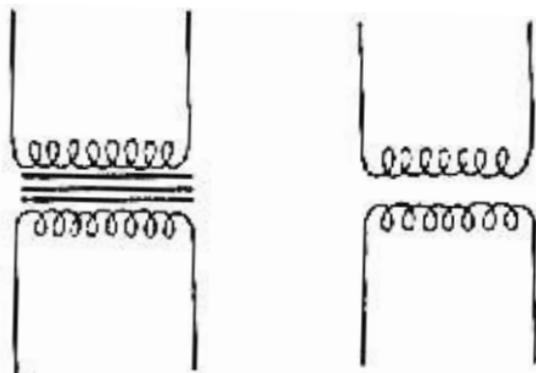
Quando però noi abbasseremo il potenziale del circuito, la corrente che era necessaria a raggiungere il valore primitivo ci verrà restituita senza perdite rilevabili: se noi avevamo fornito poca corrente, ne avremo indietro poca, se ne avremo fornita molta, ne avremo molta.

Se il circuito ha un'alta capacità richiederà molta corrente per essere caricato ad un certo potenziale, ma ce ne restituirà anche molta quando ne avremo bisogno per altri scopi.

Ora noi rileviamo che la capacità elettrica di un corpo cresce quando si avvicina un altro conduttore isolato. E precisamente cresce secondo le dimensioni e la distanza a cui sono posti i due conduttori isolati ed anche migliorando l'isolamento fra di essi.

I condensatori sono appunto dispositivi che localizzano in un piccolo spazio grande capacità. Sono formati da due o più armature ravvicinate di cui quelle di numero dispari sono collegate fra loro e così quelle di numero pari. Naturalmente le une sono isolate dalle altre.

A nostra disposizione l'industria elettrica pone vari tipi di condensatori a capacità fissa e a capacità variabile. Fra i primi, ottimi quelli a mica e quelli a ceramica, mediocri quelli a carta e quelli elettrolitici. I condensatori variabili hanno sempre come isolante l'aria.



Condensatori

I condensatori presentano però effetti differenti secondo che siano sottoposti ad una corrente continua o alternata. Essi non si lasciano attraversare dalla corrente continua ed adempiono quindi al loro ufficio di elevare la capacità del circuito, ma si lasciano bene attraversare dalla corrente alternata.

Nel mettere in funzione un condensatore occorre accertarsi che sia adatto alla tensione che agirà su di lui, giacchè per valori eccessivi di tensione, uno strato di isolante troppo sottile verrà forato da una scarica ad alto potenziale.

Come ultima osservazione occorre ricordare che funzionano da condensatori non solo gli apparecchi costruiti a tale scopo, ma anche i conduttori delle linee elettriche isolate dal suolo, i cavi sotterranei isolati ed il terreno che li circonda e soprattutto gli aerei delle antenne ed il suolo.

Nella realizzazione pratica dei circuiti elettrici, noi possiamo porre in opera più elementi uguali secondo due schemi elementari: la serie ed il parallelo,

ottenendo diverse caratteristiche di intensità, di potenziale e di resistenza agli estremi del circuito.

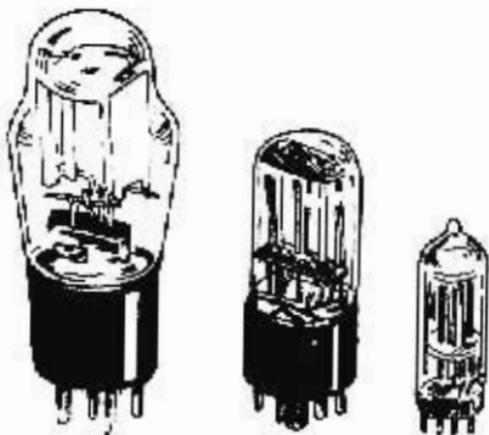
### Le valvole o tubi elettronici

Il profano si fa delle valvole un'idea sbagliata. Esse sono legate ad un'immagine di fragilità, indotta dall'involucro di vetro e soprattutto il loro funzionamento si immagina misterioso e terribilmente complesso.

In verità il loro principio di funzionamento è semplice e altrettanto la loro messa in opera una volta che si è presa con esse una certa confidenza.

Le valvole non sono altro che dei piccoli pezzi di circuito in cui la corrente circola non per via conduttiva, attraverso il filo, ma per via elettronica, nel vuoto.

Nel bulbo delle valvole si ottiene il vuoto più spinto che sia realizzabile con i mezzi a nostra disposizione. In queste condizioni circolano ancora nell'in-



Valvole

terno della valvola un numero grandissimo di molecole, ma la rarefazione è sufficiente perchè si abbia una corrente elettronica sufficientemente indisturbata.

Abbiamo brevemente accennato nel capitolo dedicato ai richiami di fisica che si ottiene corrente elettronica fra un conduttore riscaldato (detto filamento o catodo), che emette elettroni, ed un conduttore mantenuto a potenziale positivo (placca o anodo) che li attira su di sé. Il riscaldamento del filamento fornisce l'energia perchè gli elettroni lascino il metallo, vincendo la forza attrattiva superficiale. Ciononostante questi elettroni sono privi di velocità e si fermerebbero in una densa nube tutto attorno al catodo che li ha emessi se non venissero attirati dal campo di forza positivo dell'anodo.

Precipitandosi sulla placca gli elettroni determinano una corrente elettrica, detta corrente anodica. Gli elettroni completano il loro circuito ritornando dalla placca al filamento per via esterna alla valvola.

La valvola a due elettrodi (filamento e placca, ovvero catodo e anodo) che abbiamo descritta si chiama DIODO. E' il tipo più semplice di valvola elettronica. Tutte le altre valvole conservano lo stesso principio di funzionamento comprendente un filamento che emette elettroni ed una placca che li riceve. Ma per ottenere effetti svariati si aggiungono altri elettrodi fra placca e filamento, che influiscono in vario modo sulla corrente elettronica.

Osserviamo ancora gli elettrodi del nostro diodo.

La corrente fra anodo e catodo (placca e filamento) sarà tanto maggiore quanto grande sarà il numero degli elettroni emessi da quest'ultimo. A sua

volta il catodo emette più o meno elettroni in funzione delle seguenti variabili:

a) aumentando la temperatura del filamento si otterrà proporzionalmente una maggior emissione di elettroni. Tuttavia i metalli a disposizione dei costruttori di tubi sopportano per poco tempo le alte temperature. In particolare possiamo farcene un'idea dalla seguente tabella:

Metallo del catodo . . . . .	Catodo ad ossidi			
Potenza che attraversa il tubo .	1.000 watt			
d.d.p. fra catodo ed anodo . .	2.000 volt			
Temperatura d'esercizio . . .	1100 1250°			
Vita media . . . . .	3.000			
Tungsteno toriato	2.000	2.000 - 3.000	1650 - 1900	2.000
Tungsteno puro	—	—	2200 - 2500	1.000

(Riduzione da: Dilda - Radiotecnica - Levrotto e Bella)

b) Variando la forma, la distanza, la sostanza e la posizione del catodo e del filamento si varia pure l'emissione elettronica. Un filamento lungo circondato completamente da una placca vicinissima permetterà un miglior passaggio di corrente, mentre una placca disposta irrazionalmente vicino al filamento si varia pure l'emissione elettronica. Un filamento lungo circondato completamente da una placca vicinissima permetterà un miglior passaggio di corrente, mentre una placca disposta irrazionalmente vicino al filamento raccoglierà solo una parte degli elettroni emessi ed i rimanenti si perderanno nel vuoto.

c) Il grado del vuoto in cui si svolge l'emissione influisce su di essa. Più ci si avvicina al vuoto perfetto più la corrente elettronica ha via libera, mentre una certa quantità di aria o di gas liberato magari anche dai pori del metallo, porta al cosiddetto esaurimento della valvola.

d) Lo stato della superficie che emette elettroni può facilmente trasformarsi, per il distaccarsi di intere molecole di metallo. Anche in questo caso abbiamo il fenomeno dell'esaurimento.

Alcuni catodi sono detti a riscaldamento diretto, perchè attraverso ad essi passa la corrente destinata a scaldarsi. Essi si identificano quindi col filamento riscaldatore. Altri invece si riscaldano per mezzo di un filamento distinto dal catodo vero e proprio.

Questo tipo di riscaldamento indiretto permette di eliminare un noioso campo magnetico determinato dalla corrente che attraversa il catodo e di distribuire uniformemente il calore (e l'emissione degli elettroni) per tutta la lunghezza del catodo.

Anche il potenziale positivo che viene fornito alla placca influisce sulla corrente elettronica. Se noi lo teniamo alto si verrà a creare un forte campo magnetico, tale da attirare tutti gli elettroni emessi dal catodo e da ottenere così una forte corrente. Se noi lo abbasseremo piano piano vedremo scemare il numero degli elettroni attirato finchè a potenziale zero, cioè quando la placca è mantenuta neutra rispetto al catodo, su di essa cadranno solo gli elettroni che casualmente hanno la forza necessaria e la direzione giusta, cioè molto pochi. Se la placca poi acquista potenziale negativo, anche questi elettroni diverranno sempre più rari, perchè un campo negativo li

respinge, finchè per un certo valore negativo del potenziale, detto potenziale d'interdizione, nessun elettrone più verrà a posarsi sulla placca.

Variando quindi opportunamente il potenziale positivo della placca, potremo influire sulla corrente anodica.

Il diodo trova comunemente impiego come RAD-DRIZZATORE di corrente. In esso la direzione della corrente è unilaterale (da cui il suo nome di valvola), perchè gli elettroni si spostano invariabilmente dal catodo all'anodo e solo qualora questi sia positivo. Il circuito percorso in questo caso dalla corrente comprende dunque: filamento, spazio vuoto, placca, batteria anodica (cioè la batteria che mantiene l'anodo positivo) e nuovamente tornano al filamento.

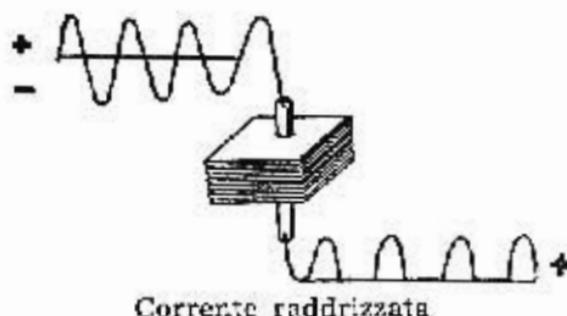


Diodo raddrizzatore

L'energia che noi dobbiamo fornire all'apparecchio radio ricevente perchè vengano amplificati a potenza udibile i segnali debolissimi captati all'antenna e per soddisfare le numerose dispersioni dovute ai circuiti impiegati nell'apparecchio, può essere corrente elettrica continua fornita da pile o da accumulatori. In tal caso non abbiamo bisogno di raddrizzatori, perchè la corrente è già nelle migliori condi-

zioni per essere adoperata utilmente. Ma il più delle volte l'uso di pile o di accumulatori risulta costoso e ingombrante e conviene attingere l'energia dalle linee di corrente industriale direttamente collegate con la centrale produttrice. Questa corrente è detta alternata, perchè varia di polarità circa 50 volte al secondo passando addirittura da un valore di potenziale positivo al potenziale zero e quindi al negativo. La sua rappresentazione schematica consiste in una linea sinusoidale tagliata al centro da una linea retta che rappresenta i valori di potenziale zero ed anche il valore medio della corrente.

Se si applica dunque una corrente alternata fra placca e filamento si otterrà passaggio di corrente solo durante un semiperiodo della medesima e precisamente solo quando il catodo è positivo.

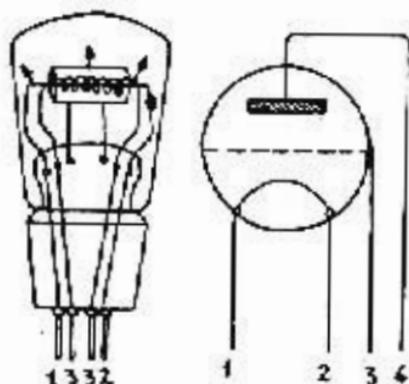


La corrente immessa nel circuito di raddrizzamento ha dunque grafico sinusoidale, ma quando riemerge da detto circuito, la sua rappresentazione schematica è quella delle sole semionde positive della sinusoide. Le semionde negative vanno perdute.

Mediante l'impiego di diodi speciali (doppi diodi) si possono però utilizzare ambedue le semionde.

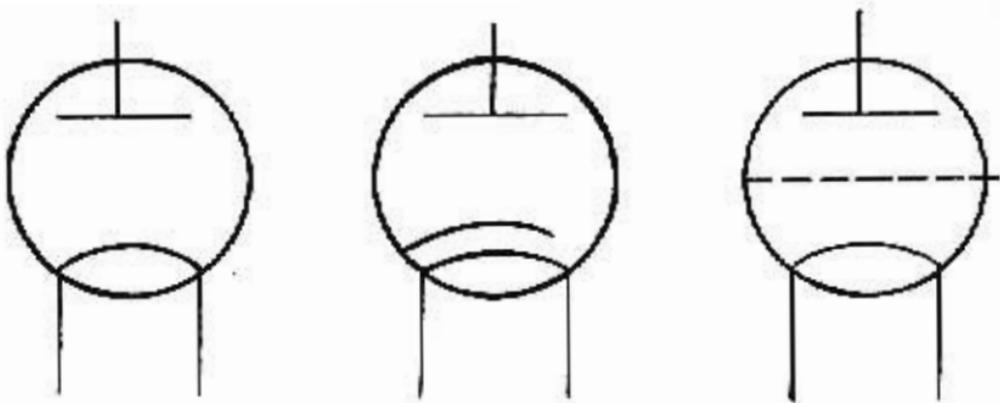
### Il triodo o valvola a tre elettrodi

Allo scopo di regolare meglio il flusso di elettroni dal catodo alla placca, di quanto non si possa fare agendo sul potenziale di placca, venne introdotto nella valvola elettronica un terzo elettrodo chiamato GRIGLIA, opportunamente interposto fra i primi due.



Triodo

L'aspetto di questa griglia è quello di una piccola spirale o di una reticella di metallo che circonda il catodo a poca distanza. Sia che abbia forma di spirale, sia che assomigli ad una reticella, la griglia è costruita a maglie molto larghe, in modo che la superficie delle sue parti metalliche sia trascurabile rispetto alla superficie delle parti vuote, così da intercettare solo minimamente il flusso di elettroni diretti alla placca.



Tipi di valvole

Studiando il funzionamento del triodo dovremo prendere nota di tre circuiti: il circuito di griglia; il circuito di placca o anodico; il circuito per il riscaldamento del catodo.

I circuiti di griglia e anodico si chiudono naturalmente sul catodo (per restituirgli gli elettroni emessi) per stabilire nel confronto con esso la loro effettiva potenzialità.

Vediamo ora cosa succede manovrando i tre circuiti caratteristici del triodo.

Noi alimenteremo il filamento con una corrente (continua se il riscaldamento è diretto, alternata in caso contrario) in modo che esso sia mantenuto a temperatura costante e sia in grado di fornire sempre una quantità costante di elettroni. L'anodo o placca sarà alimentato da una robusta batteria che lo manterrà in uno stato di positività piuttosto elevato (rispetto al catodo). Per la griglia faremo in-

vece passare una debole corrente variabile (oppure modulata, come quella che preleviamo all'antenna), ma solo nella sua semionda negativa.

La corrente elettronica dal filamento alla placca, essendo i due elettrodi mantenuti costanti e ad una differenza di potenziale elevata, scorrerebbe continua e costante. Ma nel triodo essa dipende oltre che dal potenziale di placca anche da quello di griglia. Essendo molto vicina al catodo di quanto non sia la griglia, l'effetto del potenziale di griglia sarà più forte di quello di placca.

Abbiamo immesso nella griglia la semionda negativa di una corrente modulata. Quando la griglia assumerà il potenziale zero, la corrente di elettroni fra anodo e catodo non incontrerà ostacoli e raggiungerà il suo valore massimo. Ma non appena la griglia diverrà debolmente negativa, il suo campo magnetico ostacolerà gli elettroni che sono pure negativi e ne permetterà un passaggio solo parziale. All'anodo avremo dunque una corrente sempre più debole man mano che cresce il potenziale negativo della griglia. La valvola è calcolata in modo che quando la griglia assume quei valori che sono considerati massimi per quel tipo di corrente modulata, la corrente fra anodo e catodo cessa completamente ed il circuito viene interrotto: tutti gli elettroni sono deviati dalla loro traiettoria verso la placca e si soffermano in una «nube elettronica» attorno al filamento che li ha emessi.

Tiriamo le somme del nostro esperimento. Applicando una forte corrente di alimentazione fra anodo e catodo e facendo passare per la griglia una corrente modulata di bassissima intensità, abbiamo ottenuto

una forte corrente anodica che, pur diversa nelle caratteristiche proprie (infatti è massima in corrispondenza del valore nullo della corrente modulata), conserva perfettamente le variazioni di intensità, cioè la forma della rappresentazione grafica, cioè la modulazione della corrente immessa nella griglia.

In questo modo possiamo amplificare i segnali, invero debolissimi, captati all'antenna. Il funzionamento del triodo che abbiamo descritto non è comune a tutti i triodi ma, soprattutto nei tubi più moderni, esso è stato ulteriormente complicato. Abbiamo quindi descritto un funzionamento teorico che risulterà sufficiente agli effetti pratici di interpretare uno schema, anche se non ci permetterà di progettare noi stessi un nostro apparecchio...

Sia i diodi che i triodi sono contenuti in un bulbo di vetro o di metallo, in cui è praticato un vuoto molto spinto (o, in casi particolari, l'aria è stata sostituita da gas inerti). Il bulbo è fissato mediante mastice ad uno zoccolo isolante che porta dei terminali metallici corrispondenti agli elettrodi nel suo interno. Lo zoccolo con i terminali sporgenti si innesta a spina in uno zoccolo femmina, alle cui boccole vanno saldati i conduttori relativi ai rispettivi circuiti.

Il diodo ha tre elettrodi utili sporgenti, corrispondenti al circuito di riscaldamento del filamento (2) e alla placca (1). Altri terminali sporgenti dallo zoccolo possono essere ciechi, cioè non collegati con nessun elettrodo interno e servire solamente ad una maggior stabilità della valvola nel piedistallo. Lo stesso discorso degli elettrodi ciechi va ripetuto per tutti i tipi di tubi elettronici.

Se il diodo è a riscaldamento indiretto avrà quattro terminali da collegare ai circuiti e precisamente oltre ai due di riscaldamento del filamento, e a quello del circuito di placca, un ultimo corrispondente al catodo, da collegare con l'anodo per stabilire una effettiva d.d.p.

Il triodo ha quattro terminali effettivi (oltre a quelli caratteristici del diodo aggiunge il terminale collegato alla griglia). Nel caso che sia a riscaldamento indiretto, come per il diodo ne conterà uno di più.

Per riconoscere a quale elettrodo effettivamente corrisponda un determinato terminale, e per effettuare così il collegamento esatto, non esiste una convenzione che ci permetta di rilevare sulla valvola medesima le caratteristiche dei suoi elettrodi. Dovremo quindi ricorrere ad un prontuario delle valvole, dove sono illustrati tutti i tipi di valvola esistenti in commercio con le loro caratteristiche dettagliate, oppure chiedere al rivenditore le caratteristiche fornite dalla fabbrica costruttrice. Molte volte questo lavoro ci viene risparmiato dallo schema costruttivo che ci suggerisce i dati necessari.

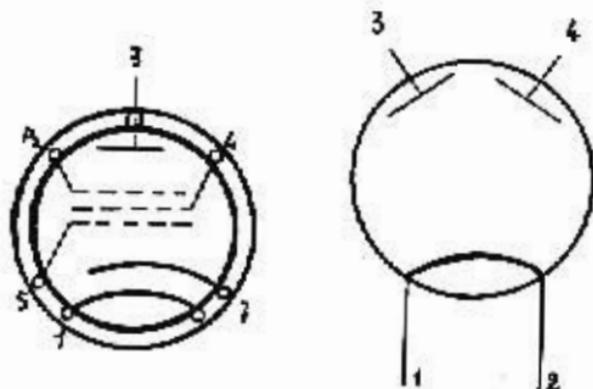
### **Poliodi o tubi a più di tre elettrodi**

Una volta che abbiamo afferrato il principio di funzionamento del diodo raddrizzatore e del triodo amplificatore, qualsiasi altro tubo comunemente usato in radiotecnica risulta funzionante sui medesimi principi, esaltando alcune particolarità o mescolando le due funzioni.

I poliodi che realizzano i moderni progressi radiotecnici possono avere quattro (tetodo), cinque (pentodo), sei (esodo), sette, otto elettrodi ed anche più.

I tetrodi (quattro elettrodi) differiscono dal triodo perchè fanno uso di due griglie e non più di una sola. Il principio di funzionamento si mantiene, ma a seconda delle caratteristiche della seconda griglia possiamo distinguere il tetrodo a griglia di campo, a griglia schermo, bigriglia.

Il pentodo conta cinque elettrodi di cui tre griglie.



Pentodo

Polidi ad un numero superiore di elettrodi sono per lo più a funzioni valvolari multiple, ossia risultano formati come due o più differenti valvole che utilizzano lo stesso bulbo.

Abbiamo già fatto cenno all'alimentazione delle valvole. Il filamento può venir riscaldato con corrente alternata se è a riscaldamento indiretto, altrimenti richiede corrente continua. Le griglie che portano la corrente modulata, la ricevono dai circuiti oscillanti, le altre griglie e le placche che vanno mantenute ad un certo potenziale, usano corrente continua. Un piccolo circuito raddrizzatore può essere interpo-

sto fra il filamento e gli elettrodi a corrente continua.

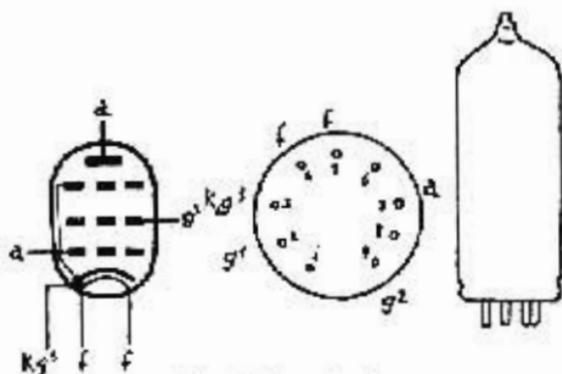
Il formato delle valvole di vecchia costruzione era piuttosto ingombrante. Gli elettrodi sporgevano per un paio di cm. In seguito, col progredire della tecnica il formato venne ragionevolmente diminuito e gli elettrodi nelle valvole di costruzione recente, di tipo europeo sono a tacche laterali.

Esistono ora anche delle valvole dette « miniatura » di dimensioni ridottissime.

### Classificazione delle valvole

Distinguiamo all'uso pratico tre categorie di valvole.

a) Le vecchie valvole di grandi dimensioni, con ampolla di vetro o metallica e lo zoccolo di bachelite dal quale sporgono degli spinotti disposti asimmetricamente per evitare di inserire la valvola in maniera sbagliata nel portavalvola, oppure con un numero fisso (otto) di piedini disposti simmetricamente e con una apposita guida per ottenere il me-



Tipi di valvole

desimo risultato. Naturalmente non tutti gli spinotti corrispondono ad un elettrodo interno, ma alcuni servono per conferire rigidità e stabilità al sistema valvola-portavalvola.

Alcune di queste valvole portano un piedino (corrispondente al potenziale della prima griglia) posto in cima al bulbo. Sono però di fabbricazione vecchia e quasi introvabili.

a) Le valvole dette « noval », fatte interamente di vetro e senza zoccolo in bachelite. Queste portano tutte nove sottili spinotti per inserirle nell'apposito portavalvole.

c) Le valvole « miniatura », anch'esse tutte di vetro e con sette spinotti.

Le valvole sono contraddistinte ciascuna da una sigla convenzionale che ne specifica anche le prestazioni di massima e soprattutto serve per identificarle su un prontuario valvole dove leggeremo anche le importantissime caratteristiche della loro accensione e del loro funzionamento.

La sigla delle valvole va interpretata in maniera diversa secondo che esse appartengano alle differenti famiglie delle « tipo americano » o « tipo europeo ». Il fatto che una valvola sia di tipo americano, non vuol dire che sia stata costruita in America, ma solo che è stata calcolata originariamente colà.

Cominciamo ad esaminare le valvole di tipo europeo. Possono essere di vecchio tipo, con zoccolo di bachelite e gli spinotti, oppure tacche laterali, disposti simmetricamente e non, in numero variabile. Possono anche essere in miniatura con piedini a spillo, oppure di tipo noval.

La loro denominazione siglata comincia con una lettera che si riferisce alle caratteristiche di accensione. Formiamo così la seguente tabella:

<b>Lettera</b>	<b>Significato</b>
A	acc. 4 volt in corrente alternata
B	accensione a 180 milliampères in corrente continua
C	accensione a 200 milliampères in corrente continua o alternata
D	acc. da 1,2 a 1,4 volt (batteria)
E	acc. a 6,3 volt in corrente continua o alternata
F	acc. a 1,3 volt adatta a circuiti elettrici di auto
H	acc. a 4 volt (batteria)
K	acc. a 2 volt (batteria)
U	acc. a 100 milliampères in corrente continua o alternata
V	acc. a 50 milliampères in corrente continua o alternata.

La seconda lettera presente nelle valvole europee indica l'uso cui sono destinate. Anche qui ci si attiene ad una tabella:

<b>Lettera</b>	<b>Usò per cui è stata calcolata la valvola</b>
A	Diòdo semplice
B	Doppio diòdo
C	Triòdo amplificatore
D	Triòdo di potenza

<b>E</b>	Tetrodo
<b>F</b>	Pentodo
<b>H</b>	Esodo, Eptodo (6 e 7 elettrodi)
<b>K</b>	Ottodo (otto elettrodi)
<b>L</b>	Pentodo finale
<b>M</b>	Indicatore di sintonia
<b>X</b>	Diodo raddrizzatore biplacca a gas
<b>Y</b>	Diodo raddrizzatore monoplacca
<b>Z</b>	Diodo raddrizzatore biplacca

La terza lettera presente eventualmente nella sigla ha lo stesso significato attribuito dalla tabella per le seconde lettere e si riferisce alla seconda funzione del tubo (valvole a più funzioni o poliodi multipli). Il numero si riferisce a particolari di costruzione ed è troppo complesso tradurne il significato.

Consideriamo ora qualche esempio di valvola europea.

La EZ 80 è un diodo raddrizzatore a due placche con alimentazione a volt 6,3.

La EBC 3 è un doppio diodo/triodo con accensione libera a volt 6,3.

La sigla delle valvole di tipo americano comincia invece sempre con un numero che si riferisce alla tensione approssimata di accensione. Così:

<b>Primo numero</b>	<b>Significato</b>
1	1,4 volt
2	2,5 volt
5	5 volt
6	6,3 volt
12	12,6 volt
25	25 volt
35	35 volt eccetera.

Al primo numero segue una lettera che indica la particolare funzione della valvola, ma non è possibile riferirci ad una tabella, perchè risulterebbe molto complesso dato che in diversi periodi e secondo la fabbrica costruttrice questa denominazione è variata.

Viene ora un secondo numero che indica il numero degli elettrodi presenti all'interno della valvola e la lettera finale ci ragguaglia sul tipo al quale appartiene.

Significato dell'ultima lettera della sigla delle valvole di tipo americano:

G = zoccolo normale grande. Numero di piedini variabile.

GT = zoccolo ridotto. Otto piedini.

Nessuna lettera = valvole miniatura con sette piedini.

Esempio di interpretazione della sigla di valvole di tipo americano:

La 6A8G Tubo alimentato a 6,3 volt, zoccolo grande, dimensioni normali, otto elettrodi.

La 6K7G Eptodo (sette elettrodi) su zoccolo grande. Alimentazione volt 6,3.

Possiamo calcolare che attualmente si fa uso di circa 200 valvole nella radiotecnica corrente, di cui circa un quarto di tipo europeo.

## Rivelatori

Se ben ricordate lo schema di funzionamento che abbiamo abbozzato nel primo capitolo, vi sarete certo chiesti come mai non abbiamo più parlato della valvola RIVELATRICE, il centro nevralgico dell'appa-

recchio ricevente, il meccanismo che, trasformando il segnale modulato in alta frequenza, in un segnale a frequenza sonora, permette di ascoltare l'onda ricevuta sotto forma di suono.

Ora è giunto il momento di rispolverare quelle vecchie nozioni e di studiare la funzione dei rivelatori alla luce delle conoscenze che abbiamo acquisito recentemente.

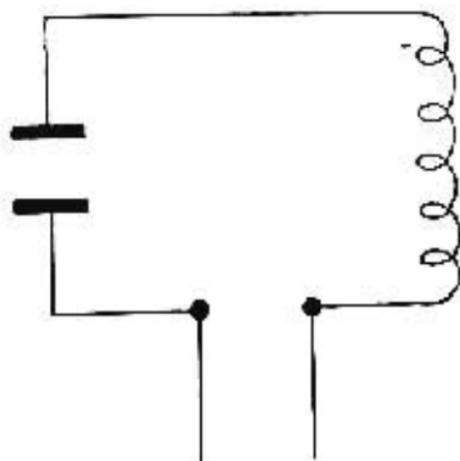
Il circuito rivelatore di qualsiasi apparecchio gode della proprietà di separare gli stadi a frequenza-radio da quelli a frequenza sonora. Fra l'antenna ed il rivelatore (come già abbiamo avuto occasione di dire) la radiofrequenza viene trasformata di lunghezza d'onda, selezionata, amplificata, ma rimane ad un ritmo di vibrazioni che non potrebbe far vibrare la massa relativamente grande del nostro altoparlante. Il rivelatore trasforma questa corrente, eliminando l'onda portante che ci era servita per fare attraversare lo spazio all'onda microfonica modulata e torna ad ottenere le stesse modulazioni di corrente che il microfono aveva prodotto. Tra il rivelatore e l'altoparlante la corrente viene ulteriormente amplificata, ma rimane sempre in audiofrequenza.

Gli stadi che precedono e che seguono il rivelatore servono a migliorare le prestazioni del vostro apparecchio, ma il ricevitore più semplice è costituito dal solo rivelatore, che è l'unico elemento veramente indispensabile. Naturalmente è opportuno premettergli un circuito risonante per selezionare l'onda desiderata e raccogliere il segnale in una cuffia per l'ascolto.

Come valvola rivelatrice possiamo utilizzare in varie maniere un triodo (a caratteristiche di griglia o

di placca), oppure anche un diodo. Se si vuole ottenere oltre alla rivelazione anche un'amplificazione si farà uso di un poliolo.

Per accennare al principio di funzionamento diciamo che il circuito rivelatore è composto oltre alla valvola (supponiamo un triodo), anche di un condensatore e di una resistenza, disposti in modo che si oppongano alle velocissime oscillazioni delle radiofrequenze e reagiscano solo alle modulazioni in audiodi frequenza che sono sovrapposte alle prime sull'onda portante. In tal modo solo le variazioni d'onda a frequenza udibile emergono dal circuito rivelatore.



Condensatore e resistenza

La stessa funzione del circuito rivelatore, con caratteristiche di molto inferiori, la possiamo ottenere con un cristallo rivelatore.

Il contatto fra un cristallo (galena o carborundum) ed una punta di acciaio permette appunto di selezionare la frequenza di un'onda e di ricevere all'estremità della punta di acciaio solo il segnale in audiofrequenza. Ricevitori a cristallo sono particolarmente economici, ma la loro instabilità, la difficoltà della ricerca di un buon contatto ed infine la loro scarsa sensibilità e selettività, ne fanno degli apparecchi diletteggianti, atti a ricevere le sole stazioni locali in cuffia.

### **Circuiti oscillanti**

Il circuito oscillante composto da un condensatore (variabile o fisso) e da una bobina, ci aiuta a selezionare tra le varie onde pervenute al nostro aereo, quella che desideriamo ascoltare.

Per ottenere questo risultato i circuiti oscillanti a condensatore variabile adattano la loro capacità in maniera da poter entrare in risonanza con quella e quella sola lunghezza d'onda. Osserviamoli meglio.

Sia un circuito oscillante composto da un condensatore e da una bobina. Il condensatore è carico. Chiudendo il circuito, però, il condensatore si scarica attraverso la bobina. La corrente si esaurisce nella bobina creando un campo magnetico, che a sua volta non può mantenersi se la corrente viene a cessare e si scarica a sua volta in una corrente elettrica che abbandona la bobina e carica le armature del condensatore, di una polarità opposta a quella di prima. Il gioco riprende e continua fino all'esaurimento della corrente a causa della resistenza propria del circuito.

Se il circuito fosse privo di una sua resistenza (cosa impossibile) le oscillazioni del circuito sarebbero persistenti e si manterrebbero all'infinito. Invece esse si smorzano fino a spegnersi se non vengono continuamente alimentate con una corrente che abbia la stessa frequenza propria del circuito.

Paragoniamo il circuito ad un pendolo che oscilla di qua e di là. Per mantenere le oscillazioni nella stessa frequenza occorre dargli un colpetto ad ogni oscillazione con un perfetto tempismo. La stessa cosa è necessaria per mantenere le oscillazioni del circuito oscillante.

Variando la capacità del condensatore variabile si varia la frequenza propria a cui oscilla il circuito; collegandolo con l'antenna che raccoglie onde a differenti frequenze, la frequenza adatta attiverà il circuito e ne manterrà le oscillazioni.

Ecco dunque che, in via teorica, il circuito sarà attivato a quella e solo quella frequenza. Attingendo ad esso possiamo far progredire nei conduttori della radio solo l'onda che abbiamo selezionato agendo sul condensatore variabile del circuito.

Per prelevare l'onda dal primo circuito oscillante senza turbare l'equilibrio, non possiamo attaccarci direttamente al circuito. Useremo dunque un altro circuito oscillante perfettamente uguale posto in condizione di mutua induzione col primo.

Si tratta di avvolgere le due bobine dei circuiti su un medesimo nucleo, in modo che il campo magnetico oscillante che si viene a creare nella prima bobina, generi per induzione una corrente nella seconda. Nella seconda bobina le oscillazioni si veri-

ficheranno in modo identico, solamente sfasate di un brevissimo tempo. Come nel circuito primario avevamo operato un collegamento con la bobina per alimentarlo, nel secondario allacciamo la derivazione che porterà il segnale verso gli altri circuiti della ricevente.

Riassumendo: l'antenna riceve molti segnali, ma solo quelli di lunghezza d'onda adatta sono in grado di eccitare il circuito oscillante da noi regolato tramite il condensatore variabile e di mantenere in esso le oscillazioni della medesima frequenza ma di modulazione variabile. Il circuito oscillante primario eccita per induzione un circuito secondario che fa proseguire il segnale.

Sulla necessità di allineare almeno tre coppie di circuiti oscillanti e sull'espedito che ci permetta di utilizzare dei circuiti a condensatori fissi, penso di essermi soffermato a sufficienza nel primo capitolo.

### **L'antenna o aereo.**

Un circuito oscillante come quelli che abbiamo finora illustrati è detto chiuso. Se si aumenta la distanza tra le armature del condensatore oltre un certo limite, esso diventa aperto.

L'antenna ricevente è appunto un circuito oscillante aperto. Il condensatore è formato dal filo dell'antenna e dal suolo. Il circuito d'antenna comprende il filo dell'antenna vero e proprio (prima armatura del condensatore), il conduttore che lo collega alla bobina d'antenna, un nuovo conduttore che

«mette a terra» e dalla terra stessa che forma la seconda armatura del condensatore (a proposito dell'effetto di condensatore dei fili di antenna col suolo, avevamo già fatto cenno nel capitolo che trattava i condensatori).

Le antenne possono essere realizzate in modi molto diversi e ciascuno presenta caratteristiche adatte ad un certo tipo di ricezione. Anche il circuito di antenna può variare entro certi limiti, facendo uso di comodi artifici per ovviare agli inconvenienti che molestano le ricezioni. Generalmente si comprende sempre nel circuito d'antenna almeno una bobina ed un condensatore fisso o variabile.

Gli apparecchi riceventi moderni contengono una antenna interna, che ci evita la scomodità di un lungo ed ingombrante filo esterno. Tuttavia se voi pretendete di sfruttare a fondo il vostro apparecchio e di ottenere la chiara ricezione di un alto numero di stazioni, sarà conveniente che disinseriate l'antenna interna all'apparecchio e vi muniate di un'antenna esterna.

Queste ultime possono essere formate da un semplice filo da campanello teso nella stanza oppure mascherate a telaio sul resto di un quadro o sul fondo di un tappeto (il filo da campanello deve essere isolato). Si può anche utilizzare come antenna uno dei conduttori della linea di illuminazione. All'uopo si utilizza un apposito tappo luce comunemente in commercio che, oltre a fornire una comoda presa a banana, contiene inserito un adatto condensatore fisso. Le caratteristiche richieste all'antenna sono di esse-

re isolata alle estremità e di essere collegata all'apparecchio con contatti (saldature) molto accurati. Il collegamento viene fatto con l'apposita presa d'antenna presente in ogni buon ricevitore.

Le antenne esterne sono più impegnative. Richiedono spazio e studi particolari. Può essere verticale, orizzontale o a telaio. Per la modulazione di frequenza si fa uso di antenne particolari.



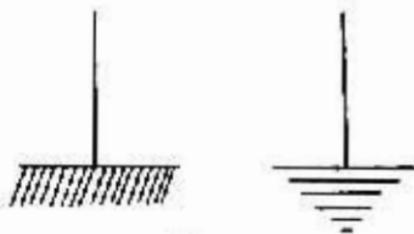
Antenna

Il circuito d'antenna comprende anche la «messa a terra» che vuol essere un conduttore collegato al suolo od altro oggetto di capacità praticamente infiniti. Serve per tenere alcuni punti dell'apparecchio a potenziale zero, cioè al potenziale del suolo.



Antenna

Si innesta un filo nell'apposita presa di terra (di solito posta vicino alla presa di antenna. Sono contrassegnate rispettivamente con le lettere T, terra e A, antenna) e si collega o con un pozzetto interrato di dieci cm. nel suolo o con l'impianto metallico del calorifero, delle tubazioni dell'acqua, ecc.



Terra

### Pile e accumulatori

Il segnale ricevuto all'antenna deve necessariamente venire amplificato (circa mezzo milione di volte). Inoltre ogni elettrodo che concorre a formare

l'apparecchio ricevente concorre a dissipare un poco di energia, sia sotto forma di attivazione di campi magnetici, che come resistenza alla corrente e produzione di calore.

Tutta questa energia deve venire fornita all'apparecchio per farlo funzionare. Gli apparati atti a fornire energia alla ricevente prendono il nome di alimentatori.

Sappiamo che per l'alimentazione delle valvole ci farebbe comodo disporre addirittura di corrente continua, costante nel suo flusso. Una tale corrente potrebbe venirci fornita da una pila (o meglio una batteria di pile) o da un accumulatore.

Le pile forniscono la differenza di potenziale che ci occorre a spese dell'energia chimica dei metalli che le compongono. Abbiamo delle pile in cui carbone e zinco interagiscono essendo immersi in una soluzione di coluro di ammonio, ma sono particolarmente scomode per il loro contenuto liquido e vengono usate solo in laboratorio.

Le pile a secco sono invece usatissime negli apparecchi portatili. La differenza di potenziale che possono fornire è scarsa (fino a 1,35 volt), ma vi si ovvia collegandone in serie un certo numero.



Pila: Schema

Gli accumulatori sono apparecchi che trasformano l'energia elettrica in energia chimica, che sono pronti a restituire in qualsiasi momento. Possono essere ricaricati dopo l'uso. Sono costosi e ingombranti e richiedono una manutenzione accurata.

### **La corrente alternata**

Ogni apparecchio moderno, anche se è portatile a pile, contiene i circuiti per l'alimentazione a corrente alternata. Questo tipo di corrente ci viene fornito in collegamento diretto con le turbine che la producono facendo variare un fortissimo campo magnetico in vicinanza di conduttori elettrici.

### **L'alimentazione dell'apparecchio radio**

L'alimentazione dell'apparecchio vuole innanzitutto soddisfare il bisogno di elettricità delle valvole. Queste richiedono talvolta corrente alternata per il filamento (a filamento schermato), ma richiedono sempre corrente continua per caricare le griglie e la placca. Anche la tensione deve essere appropriata, altrimenti si rischia di rovinare i delicati elettrodi contenuti nei tubi.

I circuiti che presiedono alle funzioni di prendere la corrente fornita dalla rete-luce e di trasformarla opportunamente come è desiderata, costituiscono il circuito di alimentazione dell'apparecchio.

Il primo problema è quello di raddrizzare la corrente alternata a cinquanta polarità al secondo che ci viene fornita dalla presa di corrente. A questo provvede un apposito circuito che sfrutta le possibilità del diodo (diodo a vuoto spinto o a vapore di

mercurio) di lasciare passare solo un tipo di corrente (come abbiamo descritto nel capitolo dedicato ai diodi). La corrente che emerge dal diodo raddrizzatore (supponiamo che sia positiva) non è però costante perchè conserva le caratteristiche di semionda, variando fra un potenziale massimo e lo zero. Se una tale corrente arrivasse ai morsetti di alimentazione delle valvole, in esse il flusso elettronico varierebbe grandemente senza la voluta dipendenza dalla corrente modulata della placca. Occorre ora interporre un filtro di spianamento o di livellamento, che ci fornisca la corrente di intensità costante.

Questo filtro è costituito da una cella con una bobina avvolta su supporto magnetico e due condensatori fissi in parallelo. Esso assorbe elettricità quando il diodo ne fornisce a iosa e la restituisce quando il diodo non può fornire la corrente richiesta dall'apparecchio. Il preciso livellamento della corrente dipende da un accurato dimensionamento della capacità e dell'induttanza dei condensatori.

I problemi dell'alimentazione non sono però ancora finiti perchè ci torna utile disporre di diverse tensioni. Infiliamo quindi anche un trasformatore di tensione nel circuito di alimentazione.

I trasformatori sono delle macchine che servono a variare la tensione degli impianti elettrici. Dato che l'energia totale fornita non può variare, i trasformatori potranno elevare la tensione solo abbassando la intensità e viceversa. Nel caso dell'alimentazione dei filamenti delle valvole, che usano solitamente una corrente di 6,2 volt, essi la riducono da 110 o 160 o 220 a 6,3 volt, aumentando in proporzione l'intensità.



Trasformatore

Funzionano sul principio della induzione magnetica e vengono premessi al raddrizzatore perchè abbisognano della corrente alternata. Sono costituiti da un nucleo di ferro dolce su cui è avvolto a spirale il conduttore filiforme detto primario che proviene dalla rete luce. Sul medesimo nucleo sono avvolti altri fili conduttori secondari con un diverso numero di spire (di solito due sono i secondari). L'induzione elettromagnetica è quel fenomeno per cui facendo circolare una corrente attraverso un circuito si crea un campo magnetico che influisce sui conduttori vicini anche se sono isolati dal primario. Nel nostro caso la corrente elettrica alternata crea un campo magnetico variabile continuamente che a sua volta influisce nei circuiti secondari dando origine ad una corrente elettrica alternata simile a quella che l'ha generata, ma di tensione differente proporzionalmente al diverso numero delle spire dei circuiti secondari.

I due secondari che sono presenti nei comuni ricevitori forniscono tensioni diverse per scopi diversi. Uno fornisce corrente ad una d.d.p. più alta ed è detto per questo «secondario ad alta tensione». Servirà, ad esempio, a mantenere il potenziale anodico delle valvole. L'altro secondario, a bassa tensione, riceverà una corrente di 6,3 volt atta ad alimentare i filamenti.

## I partitori di tensione

Altre volte si evita l'uso dei trasformatori e si ricorre a dei nuovi circuiti chiamati «partitori di tensione» per ottenere l'alimentazione adatta. Questi circuiti vengono posti dopo il raddrizzatore e dopo lo spianatore, perchè funzionano a corrente continua.

Sono formati da una resistenza di valore elevato derivata all'uscita di un condensatore fisso. Prendendo la corrente lungo questa resistenza si può calcolare la tensione desiderata, per mezzo delle legge di Ohm.

Una delle ragioni per cui si sconsiglia sempre di toccare un apparecchio funzionante è che alcuni circuiti adottano un tipo di alimentazione in cui un capo dell'avvolgimento primario (con le caratteristiche della rete-luce) viene messo a terra tramite il telaio metallico. Toccandolo, dunque, si corre pericolo.

Per semplificare, in alcuni piccoli apparecchi radio si omette il circuito secondario a bassa tensione e si alimentano i filamenti delle valvole collegandoli direttamente in serie con la tensione alternata della rete-luce. Si usano però valvole specialmente costruite.

Il collegamento in serie fa sì che i filamenti (solitamente cinque) delle valvole si suddividano la tensione proporzionalmente alle resistenze che offrono. Dal circuito secondario ad alta tensione si preleva di che alimentare le placche. Siffatti trasformatori con un solo secondario sono detti autotrasformatori.

Altri apparecchi ancora più semplici sono senza trasformatore e la necessaria riduzione di tensione è ottenuta solo con appropriate resistenze.

### L'altoparlante.

L'ultimo apparecchio del ricevitore è l'altoparlante. Esso si trova alla fine del lungo viaggio dell'onda modulata e provvede a ritrasformarlo in suono. L'altoparlante funziona esattamente come un microfono in cui sia stato invertito il procedimento. Tuttavia si richiedono all'altoparlante delle qualità differenti di quelle richieste al microfono soprattutto per quanto riguarda la potenza.



Altoparlante

Di solito è possibile tenere il microfono vicino alla sorgente di suoni e quindi la sua membrana non trova difficoltà a raccogliere la potenza necessaria per dare origine ad una corrente modulata di discreta potenza. L'altoparlante invece deve diffondere i suoni a grande distanza, perchè l'orecchio ascoltatore non può sempre trovarsi a breve distanza.

Quindi la corrente modulata inviata all'altoparlante deve avere una potenza davvero ragguardevole e la membrana dell'altoparlante deve poter vibrare con una grande escursione.

Mentre i microfoni possono essere di dimensioni modeste, pur con qualità di alta fedeltà e riprodu-

zione dei suoni, gli altoparlanti necessitano di una membrana di vasta superficie senza la quale, oltre una certa potenza, producono distorsione.

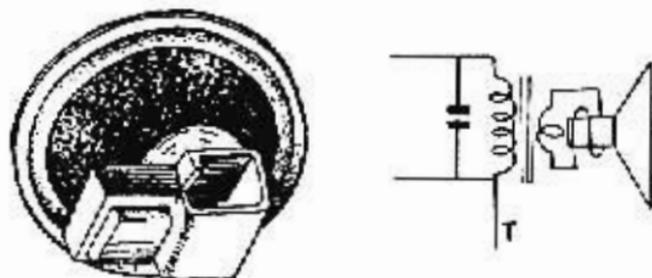
Abbiamo altoparlanti elettrodinamici od elettromagnetici. Gli altoparlanti elettrodinamici sono comunemente usati negli apparecchi riceventi che godono di una certa potenza nello stadio finale. La riproduzione sonora avviene per la vibrazione di un cono di carta speciale, sufficientemente rigido per sopportare le frequenze sonore di vibrazione. Sulla punta del cono è fissata una bobina mobile spiraliforme cui giunge la corrente modulata in audiofrequenza proveniente dall'ultima valvola. La bobina è opportunamente inserita nel campo magnetico di un forte magnete permanente.

Questa costruzione fa sì che quando la bobina è percorsa da corrente in audiofrequenza, essa entri in vibrazione conservando esattamente la stessa modulazione della corrente e trasmetta il suo movimento al cono, generando i suoni.

Per ottenere una certa potenza abbiamo detto che occorre un adeguato proporzionamento della membrana a cono. Ne consegue che la bobina spiraliforme deve essere sufficientemente grossa per vibrare senza risentire di trascinare con sé la massa della membrana. Anche il magnete (solitamente in acciaio) deve creare un campo potentissimo per far vibrare in perfetta sintonia con la corrente la bobina e la membrana. Tutto, insomma, concorre a fare che i buoni altoparlanti siano pesanti, ingombranti e costosi. Se vi capitano per le mani esemplari di piccole radio a transistori, avrete agio di osservare che, in onta alla perfetta microrealizzazione meccanica dei

loro altoparlanti (soprattutto di quelli giapponesi), utilizzando la modesta potenza del massimo volume fornibile dall'apparecchio, i suoni subiscono una notevole e sgradevole distorsione.

Se non vi fosse il magnete a caratteristiche permanenti nell'altoparlante, la bobina percorsa dalla corrente non potrebbe vibrare ed il problema di tramutare le onde elettriche in sonore andrebbe risolto in maniera differente. La vibrazione di risonanza si verifica grazie alla reazione dinamica del campo magnetico alle vibrazioni di corrente.



Altoparlante

Per un perfetto funzionamento dell'altoparlante elettrodinamico occorre che la bobina sia disposta il più vicino possibile al magnete (che ha forma anulare), ma non lo sfiori durante la vibrazione. Ad un perfetto centramento della bobina, che le permetta di sopportare urti di una certa intensità senza aderire al magnete, provvede un apposito centratore.

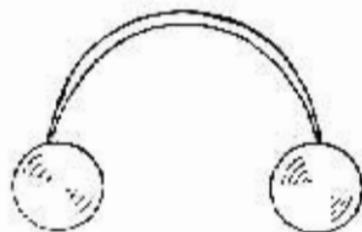
Immediatamente prima dell'altoparlante, nei circuiti della ricevente, è posto un trasformatore d'uscita. Ciò dipende dalle caratteristiche di funzionamento della valvola finale, che richiede una tensione

alta per una debole intensità di corrente, mentre l'altoparlante richiede, per poter funzionare liberamente, di molta corrente e di poca tensione.

Per ottenere la corrente di caratteristiche volute si ricorre al trasformatore calcolato in modo da ridurre l'intensità. La valvola sarà collegata col circuito primario, formato con molte spire e la bobina d'altoparlante sarà allacciata ad un secondario di poche spire.

La scelta della valvola finale, del trasformatore di uscita e dell'altoparlante, deve tener conto delle necessità di alimentazione ottime di ciascuno dei tre apparecchi. Cambiando tipo di valvola finale o dovendo cambiare altoparlante si rende quasi sempre necessario cambiare anche il trasformatore d'uscita o quanto meno sconvolgerne gli avvolgimenti.

Un altro tipo di altoparlante, più propriamente chiamato ricevitore telefonico o cuffia (se è doppio),



Cuffia

è quello che già abbiamo chiamato elettromagnetico. La sua caratteristica d'uso, di lavorare a stretto contatto con l'orecchio, gli permette di adottare dimensioni piccolissime. Questo tipo di altoparlante non è molto fedele ed è perciò scartato per l'uso in potenza.

In esso una ancoretta di ferro dolce viene mantenuta al centro del campo creato da due calamite, per mezzo di un pezzetto elastico. Un estremo dell'ancoretta è ancorato alla membrana che vibrando produrrà i suoni. Questa membrana può essere piana o conica. Al passaggio della corrente modulata un rocchetto (avvolgimento) provvederà a magnetizzare l'ancoretta e la indurrà a vibrare. La caratteristica di questo altoparlante è l'impedenza, che lo rende adatto o meno a certi circuiti.

### **Telaio e cassa armonica**

Il telaio dell'apparecchio ricevente è quell'intelaiatura solitamente metallica su cui si fissano i pezzi. Si sceglie il metallo, perchè risulta comodo per la messa a terra di alcuni elettrodi. Gli apparecchi costruiti in serie vengono montati su telai appositamente studiati e realizzati con i grandi mezzi a disposizione delle industrie.

I costruttori dilettanti utilizzano di solito due piastre metalliche saldate a squadra su cui fissano i portavalvole. La piastra che risulta verticale viene forata per il passaggio dei comandi manuali dell'apparecchio, quindi i circuiti vengono lasciati per ragioni estetiche dall'altra parte della lastra frontale dell'apparecchio.

Certi telai si valgono di piastre supplementari saldate a schermare questa o quella parte in modo da non influire con i potenti campi magnetici che si vengono a formare, sul funzionamento delle valvole. In altri casi sono queste ultime che risultano schermate con appositi cappucciature di metallo (copri-valvola).

Nelle radio a transistori in miniatura il telaio è sostituito dai supporti dei circuiti stampati.

Col telaio però l'apparecchio non è ancora completo, ma abbisogna di una cassa armonica che valorizzi la qualità del suono emesso dall'altoparlante. Una buona cassa armonica può venir realizzata solo da persone altamente competenti ed è necessariamente voluminosa. Gli apparecchi in miniatura sacrificano alle loro minime dimensioni i vantaggi della cassa armonica. Per gli apparecchi di serie generalmente si studiano buone casse armoniche, che possono essere adatte anche alle costruzioni casalinghe. Se costruirete un giorno un ricevitore di un certo valore, potrete ordinare una cassa armonica dalle caratteristiche che desiderate presso un buon artigiano.

## IL CALCOLO DELL'ALTOPARLANTE

Impedenza primaria del trasformatore di uscita dell'altoparlante	Valvola finale
1500	25L6 - 35L6
2000	50L6 - 25L6
2500	50B5 - 25L6 - 6L6 - EL34
3000	UL41 EL6 - EL45 - EL2A3 - EL50
5000	6AQ5 - 6V6 - EL84
7000	6F6 - EL3 - EL11 - EL33 - EL41 - EL42 - EL47 - EL2A5 - EL89
9000	EL42
18000	EL50



## GLI ELEMENTI ACCESSORI DELL'APPARECCHIO RICEVENTE

Abbiamo illustrato le parti essenziali dell'apparecchio radio ricevente. Passiamo ora in rassegna alcuni dispositivi che facilitano e completano la ricezione e la manovra del medesimo.

### **Il cambio tensione.**

La prima cosa che dovete fare quando vi trovate in mano un apparecchio elettrico è di verificare che ad esso venga applicata la corrente di alimentazione a giusto voltaggio. Mentre la intensità di corrente dipende dal consumo del vostro apparecchio, cioè dalla richiesta che i circuiti fanno all'alimentatore in base alle legge di Ohm, e non presenta pericoli, la tensione può influire deleteriamente sugli apparati accordati in modo errato.

Certo conoscete la tensione che alimenta la rete-luce di casa vostra. Se per qualsiasi ragione però vi trovate in un posto a voi estraneo, potete accertarvene leggendola su di una lampadina che funzioni regolarmente.

Se conoscete a puntino l'apparecchio di cui disponete potete anche accertarvi della tensione esistente in un altro modo: accordate il cambio tensione dell'apparecchio sul valore massimo che disponete. Se è quello adatto sentirete dalle prestazioni dell'apparecchio che risulteranno normali, altrimenti non correrete rischi perchè l'alimentazione è certamente inferiore a quella richiesta. Allora accordate l'apparecchio (dopo averlo staccato dall'alimentazione, per evitare guai) sulla tensione immediatamente infe-

riore e così continuate finché non riconoscete che il funzionamento è quello normale, allora sarà ovvio che quella è la tensione giusta.

Un immediato controllo della tensione lo avrete attraverso le lampadine che illuminano la scala parlante: se sono deboli la tensione è insufficiente, se splendono eccessivamente la tensione supera il valore ottimo ed è consigliabile spegnere subito.

Il cambio-tensione consiste di solito in una piastrina con differenti posizioni in cui aggiustare una vite o un conduttore elettrico. Ogni posizione corrisponde alla diversa derivazione su di un potenziometro partitore di corrente. Questo strumento è posto sul retro dell'apparecchio in posizione agevole; eventualmente vi si perverrà staccando il fondo della cassa armonica.

Spesso il cambio tensione non basta però a proteggere l'apparecchio dalle improvvise variazioni di corrente (dovute alla centrale). Queste variazioni si verificano in alcuni posti specialmente in vicinanza delle centrali elettriche. Esistono in commercio degli appositi stabilizzatori di corrente (utilissimi per gli apparecchi tv), ma sono costosi e non sempre vale la pena di acquistarli. Per proteggere l'apparecchio vi conviene sacrificare un poco della sua potenza ed accordarlo su di una alimentazione superiore a quella della rete-luce.

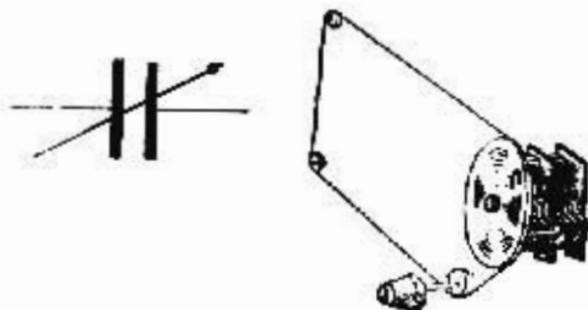
### **L'interruttore**

Il primo dispositivo atto a proteggere l'apparecchio è l'interruttore dell'alimentazione. Esso evita che le placche delle valvole rimangano a potenziale quando l'apparecchio non viene usato e che attirino elettroni dal catodo, consumandosi inutilmente. Spegne

anche tutte le lampadine. Da notare che se c'è un trasformatore d'entrata, l'interruttore deve provvedere anche ad interromperne il primario, perchè altrimenti il trasformatore continua a consumare corrente, danneggiandosi per il calore in cui la trasforma.

### **Il comando di sintonia**

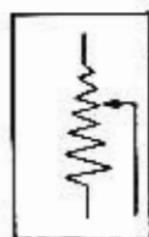
Abbiamo visto come noi possiamo sintonizzare i circuiti accordati su una certa lunghezza d'onda, variando la capacità dei condensatori variabili. Tra il comando a rotella e l'asse di questi ultimi si trova però un meccanismo di demoltiplica per permettere una facile ricerca delle stazioni ad onda più corta. Questa demoltiplica viene realizzata con una cordicella e due rotelle di differente diametro.



Sintonia

### **Il controllo di volume**

Collegato ad una griglia della valvola rivelatrice, a bassa frequenza, si trova una resistenza variabile su cui agisce la manopola del comando di volume. La tensione della resistenza variabile è applicata alla griglia che amplifica più o meno il segnale modulato in conseguenza.



Volume

### **Il commutatore di gamma**

L'elasticità dei circuiti accordati non permette che essi possano sintonizzarsi su qualsiasi onda della gamma usata per le radiocomunicazioni, variando solo la capacità del condensatore. Si provvede quindi a variare anche il numero delle spire della bobina (cioè la sua induttanza). Mediante un interruttore si passa da una bobina a molte spire ad altre con meno spire. L'interruttore è doppio e agisce su entrambi i circuiti accordati: quello principale e quello oscillante per induzione, che deve essere identico.

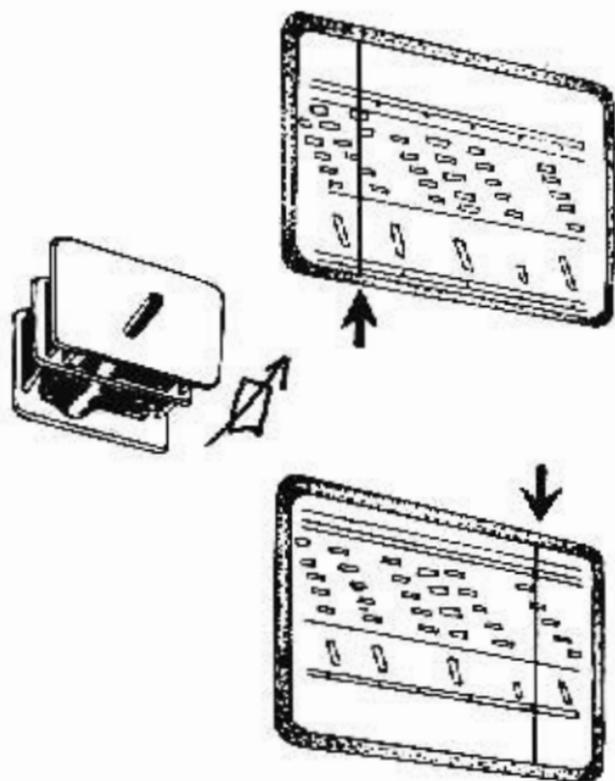
### **Il comando del tono**

E' presente solo negli apparecchi di qualche pretesa. Negli apparecchi ad alta fedeltà viene sdoppiato per controllare a volontà i toni alti o quelli più bassi. Funziona anche esso agendo su resistenze variabili che regolano il passaggio della corrente in una valvola.

### **La scala parlante**

Consiste in un quadro che riproduce le posizioni di un indice collegato al comando di sintonia. Ad ogni

posizione di risonanza dei circuiti accordati corrisponde l'audizione di una certa stazione ed una sola posizione dell'indice sulla scala parlante. La sua utilità si rivela quando si ricercano abitualmente stazioni secondarie. Purtroppo le scale parlanti hanno il difetto di portarsi facilmente fuori scala e di divenire così inservibili. Solo apparecchi professionali mantengono la taratura della scala parlante, grazie a speciali, costosi dispositivi.



Comando di sintonia con quadro

## **Il controllo automatico del volume**

E' un utilissimo dispositivo ormai adottato in tutti gli schemi moderni. Agisce nella parte ad alta frequenza dell'apparecchio sull'amplificazione delle varie valvole, in modo da rendere il più stabile possibile la ricezione, aumentando il segnale quando si affievolisce per cause relative alla diffusione delle onde e lo diminuisce quando invece cresce di volume. Questa amplificazione è automaticamente minima quando si riceve la stazione locale (potente), si accentua nella ricezione delle stazioni lontane e diviene massima quando non è raccolta alcuna stazione (con conseguente esaltazione dei disturbi atmosferici).

## **Occhio magico**

O indicatore di sintonia. E' piuttosto un espediente di vendita che una reale necessità dell'apparecchio. Si avvale di una valvola apposita il cui bulbo emerge fra i comandi dell'apparecchio presentando una fluorescenza verdolina restringentesi quando la sintonia sulla stazione più vicina si avvicina al valore massimo.

## **Valvola invertitrice di fase**

Permette di ridurre la distorsione di altoparlanti che risultano insufficienti alla riproduzione del suono al massimo volume. E' presente in pochissimi apparecchi.

## **Alta sensibilità**

Sono circuiti immessi per aumentare al massimo la sensibilità dell'apparecchio. Servono per scopi particolari.

Molti altri comandi accessori vennero sperimentati in passato, come il Comando a tastiera per la ricerca automatica delle stazioni; il Fusibile-rete per proteggere l'apparecchio dagli sbalzi di tensione, il Commutatore automatico di gamma, ecc., ma vennero ben presto abbandonati per la loro scarsa utilità. Altri accessori sono presenti negli apparecchi complessi dei radioamatori che si prefiggono scopi particolari.

## **Modulazione di frequenza**

Uno dei miglioramenti recentemente annessi all'apparecchio radio e rivelatosi ben presto pressoché indispensabile è il circuito a modulazione di frequenza.

Il circuito a modulazione di frequenza si avvale della diffusione di onde ultracorte che fino a poco tempo fa venivano considerate non utilizzabili per le radiocomunicazioni.

Alla loro utilizzazione si pervenne tramite gli studi recentemente sviluppatisi sulla trasmissione televisiva.

Le onde ultracorte delle trasmissioni a modulazione di frequenza si aggirano attorno ai tre metri, con una frequenza di 100 megacicli. Esse non sono ricevibili con i circuiti consueti, ma richiedono fasi particolari nello stadio ad alta frequenza. Gli apparecchi riceventi le onde ultracorte possono servire esclusivamente a tale scopo, oppure possono ricevere onde

normali e passare a quelle ultracorte tramite un interruttore. In questo caso annoverano diversi circuiti di ricezione, ma utilizzano il medesimo stadio a bassa frequenza per entrambi i tipi di onde. Gli apparecchi normali possono talvolta venire adattati anche alle onde ultracorte, cioè alla ricezione in modulazione di frequenza.

Gli svantaggi delle onde ultracorte sono diversi. Anzitutto quello di richiedere apparecchi più costosi per la ricezione. Inoltre queste onde non sono adatte per viaggiare e non riescono a superare gli ostacoli, provocano echi e non riescono a superare la curvatura della terra.

Nel primo periodo delle esperienze radiotecniche, abbagnati dalle possibilità di stabilire collegamenti in tutto il mondo, senza ricorrere al costosissimo filo, le onde ultracorte vennero messe in disparte. Ma quando fu saziata la sete di potere dell'uomo, e le emittenti divennero sempre più pigiate nella gamma d'onde disponibile, anche le modeste cenerentole vennero utilizzate.

Le stazioni ad onda lunga, media e corta sfruttano le loro caratteristiche dividendosi i compiti più nobili di vincere le grandi distanze terrestri. Per stazioni di piccolissima potenza, di portata limitata, vorrei dire provinciale si utilizzano invece le stazioni ad onda ultracorta. Per esse non è necessario dividere la gamma disponibile assegnando ad ogni nazione un certo numero di frequenze, onde non interferire le une nelle trasmissioni delle altre. Infatti due emittenti che usano la stessa onda ultracorta non

si disturbano se appena sono alla distanza di poche centinaia di chilometri.

Per queste caratteristiche esistono al mondo moltissime stazioni ad onde ultracorte.

Continuando a descriverne le caratteristiche, aggiungiamo che esse sole occupano una gamma molto più vasta delle consorelle lunghe e vengono utilizzate per servizi particolari; per la televisione, per la trasmissione a modulazione di frequenza e per il radar.

Disperdono poca energia per far giungere i segnali modulati ai limiti delle loro possibilità e risultano quindi economiche soprattutto per i dilettanti radioamatori che possono così sfogare più facilmente la loro passione.

La modulazione delle onde radio può avvenire in due modi: per modulazione di altezza, come abbiamo considerato finora, o per modulazione di frequenza, o quando le onde conservano tutta la medesima altezza, e fanno variare il periodo con cui vengono emesse.

Il vantaggio di usare la modulazione di frequenza si può apprezzare nelle riproduzioni ad alta fedeltà. La banda di frequenze su cui trasmette la stazione — non essendovi vincoli dovuti al superaffollamento — può coincidere con quella delle frequenze udibili e si possono così riprodurre i suoni più rari, con particolare gioia degli amatori di musica.

Ancora abbiamo che tutti i disturbi atmosferici sono a modulazione di ampiezza e non intervengono

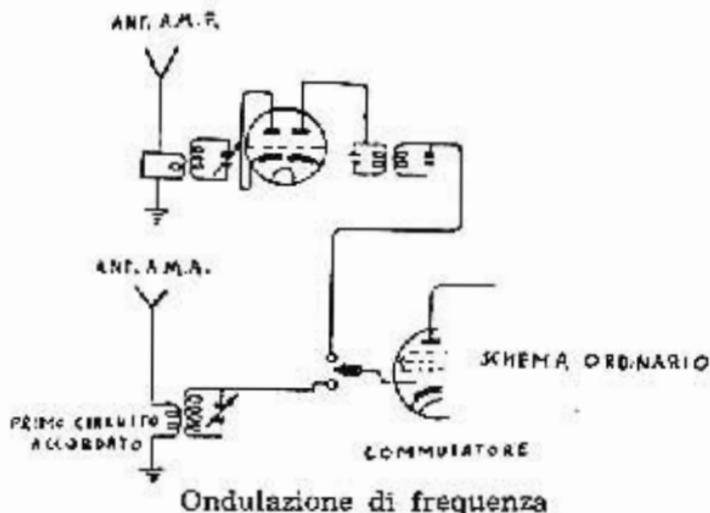
quindi a disturbare la ricezione e a richiedere forti potenze per superarli.

Queste caratteristiche consigliano di usare la modulazione di frequenza soprattutto per programmi sinfonici. Per estendere il servizio su basi nazionali si fa uso di ripetitori, cioè stazioni radio disperse per tutto il territorio nazionale e accordate per trasmettere lo stesso programma.

Per raffigurarci la diversità di modulazione, facciamo l'esempio della incisione dei dischi fonografici: i loro solchi si possono incidere in profondità, oppure lateralmente.

L'entrata delle onde ultracorte dell'apparecchio ricevente si avvale di una apposita antenna di lunghezza fissa se ci si accontenta di ricevere solo la trasmittente locale (apparecchi normali) e variabile se si vuole ricevere più stazioni (radioamatori). Questa antenna infatti deve essere lunga quanto metà dell'onda che si vuole captare. Può essere interna od esterna.

Il condensatore del filtro è di capacità molto piccola: semplicemente formato da due lamine fisse entro cui si muove una variabile. Subito dopo si trova la prima valvola che provvede alla conversione a media frequenza delle ultracorte. Da qui il circuito si riallaccia a quello normale e la prima valvola della modulazione d'ampiezza serve per la conversione a media frequenza di quest'ultimo segnale quando un apposito commutatore lo inserisce, altrimenti funziona come una normale amplificatrice a media frequenza per le ultracorte.



Il rivelatore è doppio e un altro commutatore sincronizzato col primo permette di usare un circuito del tubo per un tipo d'onde e l'altro per il secondo tipo di modulazione.

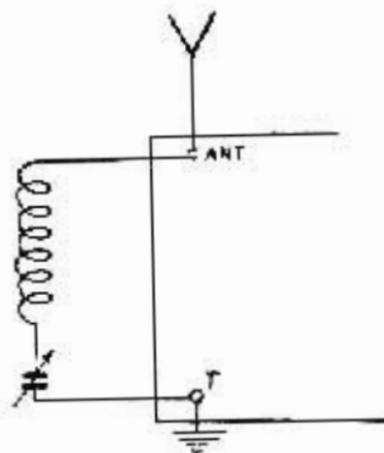
Gli apparecchi a MF (Modulazione di frequenza) sono generalmente voluminosi perchè contengono un altoparlante grande e constano di una cassa armonica adeguata a far risuonare il segnale in tutta la sua fedeltà.

Per ovviare ai disturbi di eco e riflessione caratteristici della MF, cui prima abbiamo accennato, si fa uso di speciali antenne «a dipolo ripiegato».

### I circuiti trappola

Per correggere gli apparecchi in difetto di selettività (scarsità di valvole o di circuiti oscillanti, eccessiva lunghezza dell'antenna), si fa uso sovente di un circuito collegato al circuito d'antenna, chiamato cir-

cuito trappola. Lo si può realizzare in più modi, ma consta di una capacità, che se è sola viene interposta a collegare una doppia presa d'antenna. Se si dispone di un condensatore variabile si costruisce un circuito accordato (condensatore bobina) e lo si collega in parallelo al conduttore dell'antenna. Oppure in serie col condensatore posto dopo la bobina.



Circuito trappola

### Attacco fono

Le riceventi di normali dimensioni sono tutte munite di un attacco fono che permette di utilizzare l'altoparlante della radio e le valvole amplificatrici a BF (bassa frequenza) per qualsiasi tipo di apparecchio che fornisce corrente modulata a BF. Serve per registratori o giradischi privi di amplificatori e di altoparlanti, oppure come altoparlante supplementare.

## **Suono stereofonico**

E' la caratteristica di apparecchi speciali, di costruzione accuratissima, riceventi in FM e HM (modulazione d'altezza), che sono dotati di due gruppi di altoparlanti mobili e staccati dal corpo dell'apparecchio, in modo che possano essere disposti nella camera in cui avviene l'audizione in maniera particolare, così da riprodurre la stessa impressione che si ha ascoltando un concerto di persona, quando i suoni ci pervengono da diverse direzioni. I due gruppi di altoparlanti valorizzano toni diversi.

## **Transistors o transistori**

I transistori consistono in una unione di cristalli al germanio, di differenti caratteristiche. Per le loro prestazioni risultano inferiori a quelle delle valvole tradizionali ad elettrodi nel vuoto ed il loro unico vantaggio risiede nel minor volume che occupano.

Proprio per la loro piccolezza e per la minore fragilità essi tendono a soppiantare completamente le valvole nel campo delle microrealizzazioni.

Altri vantaggi dei transistori nei confronti delle valvole risiedono nella maggior durata e nel minor consumo di energia. Infatti nella valvola è indispensabile che il filamento venga riscaldato ad una notevole temperatura (anche 2300 gradi). In queste condizioni nessun metallo può resistere per molto tempo, inoltre gran parte dell'energia che serve a fornire calore al filamento va perduta.

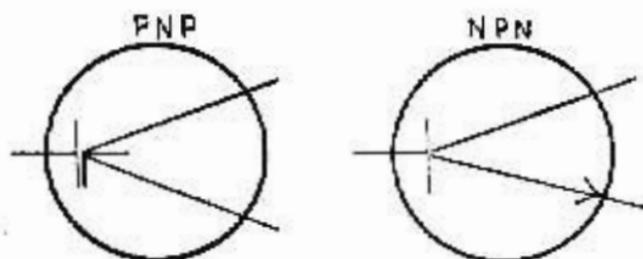
Nei transistori l'emissione elettronica necessaria al funzionamento avviene a freddo. Il germanio, che ha permesso di giungere alla realizzazione dei transi-

stori, è un metallo scoperto poco prima della guerra. Esso è il primo elemento che abbia presentato caratteristiche di semiconduttore.

Allo stato puro il germanio è isolante e non permette il passaggio della corrente elettrica. Quando invece viene mescolato a piccole quantità di altre sostanze speciali diviene conduttore ma solo per un tipo di corrente, cioè quella positiva e quella negativa.

Ad esempio, associando al germanio dell'antimonio o dell'arsenico esso assume conduttività negativa (germanio N) e respinge le cariche elettriche positive facendosi attraversare solo dalle correnti negative. Viceversa, con l'alluminio o con l'indio assume semiconduttività positiva (germanio P).

Associando insieme tre cristalli di germanio, due a conduttività positiva (cioè due P) ed uno a conduttività negativa (cioè uno N) o viceversa, otteniamo un transistor, che secondo le parti di cui è formato, assume la denominazione PNP o NPN.



Transistori

Con solo due cristalli di conduttività opposta PN, otteniamo un diodo al germanio.

Così, mentre le valvole termoioniche permettevano solo il passaggio di elettricità negativa, perché gli elettroni si staccavano dal catodo e venivano attirati dalla placca e questo processo non poteva venire invertito, noi possiamo disporre a piacere di transistori a conduttività positiva (PNP) o negativa (NPN).

Visivamente i transistori si presentano come delle capsule rivestite di plastica, con sovrainpressa la marca di fabbrica e la sigla caratteristica, dalle quali emergono tre elettrodi corrispondenti, all'interno, a ciascuno dei tre cristalli di germanio. Questi elettrodi prendono rispettivamente il nome di:

emittore (e)

base (b)

collettore (c)

Possiamo paragonare l'emittore al catodo, la base alla griglia ed il collettore alla placca di una valvola termoionica.

Il collettore di ogni transistor è facilmente individuabile perché in corrispondenza appare sull'involucro esterno un puntino colorato. Trovato il collettore, la base sarà senz'altro il terminale centrale e emittore risulterà il terminale opposto.

Distinguere il collettore dall'emittore è una cosa particolarmente importante per applicare a ciascuno elettricità di segno adatto. In caso contrario si danneggia il pezzo.

Se si tratta di un transistor NPN, cioè a conduttività negativa, si collegherà l'emittore al negativo ed il collettore al positivo; se il transistor è un PNP,

il segno della corrente risulterà invertito. A questa regola fanno eccezione solo alcuni pezzi di tipo speciale.

Il funzionamento di un transistor PNP o NPN risulta identico nelle prestazioni. Purtroppo tuttavia non è possibile distinguere a occhio se un transistor appartiene ad un tipo piuttosto che ad un altro e se non conosciamo con certezza la sigla, è d'uopo accertarci controllando su un Prontuario dei Transistori. Negli schemi, invece, si è convenuto di rappresentare l'emittente con una freccia rivolta verso l'interno per i tipi PNP e con una freccia rivolta al limite della circonferenza per gli NPN.

Nell'uso dei transistori tenete presente che il calore li danneggia. Evitate quindi di ridurre la lunghezza dei terminali per la saldatura, ed in ogni caso tenete il saldatore lontano dall'involucro. Se disponete di un ventilatore, disponetelo dopo il saldatore e dopo il transistor, per ottenere un efficace raffreddamento.

Ugualmente preoccupatevi durante il cabraggio di assegnare al transistor un posto arieggiato nell'interno del vostro apparecchio, magari su una base metallica, perchè possa liberamente smaltire il calore che produce durante il funzionamento.

I transistori godono attualmente di una buona polarità. Tuttavia l'aspirante radiotecnico farà bene a rimandare la loro applicazione a quando sarà già svezato. Non si può, certo, divenire radiotecnici senza avere preso confidenza con le valvole tradizionali, che tuttora rappresentano, dato il loro elevato perfezionamento, quanto di più perfetto abbia creato l'uomo per trasmettere con le onde elettromagnetiche.

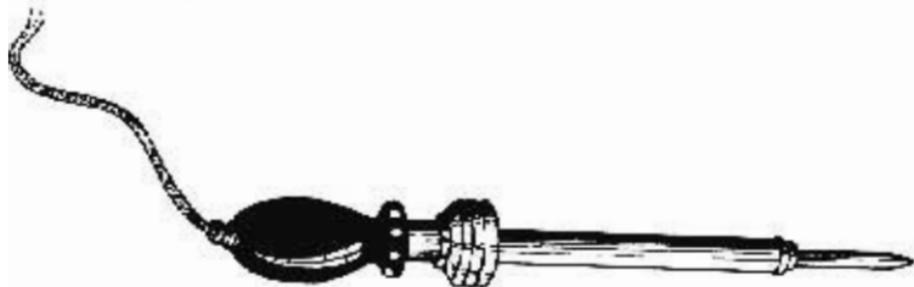
## VII

### STRUMENTI NECESSARI NELLE COSTRUZIONI RADIOTECNICHE DI AMATORE

Chi vorrà dedicarsi alla costruzione di un apparecchio radio dovrà procurarsi un equipaggiamento molto semplice. Disponga innanzitutto di un tavolo su cui lavorare, la cui superficie non abbia nulla da perdere se vi deponete sopra, ad es., il fonditore rovente.

L'operazione base nella realizzazione dei circuiti radio è quella di realizzare dei contatti di buona qualità fra i vari conduttori. In alcuni casi si fa uso di boccole maschio che vanno introdotte in apposite boccole femmina, nella maggioranza si devono saldare fra loro dei fili, facendo uso di una goccia di stagno fuso.

Qui entra in ballo lo strumento caratteristico del radiotecnico: il fonditore. Se ne può acquistare uno elettrico presso qualsiasi negozio del ramo: si attacca alla presa di corrente ed è pronto per funzionare in capo a pochi secondi.



Fonditore

Ma se vogliamo attenerci alle premesse di economia con cui siamo partiti, ci sarà facile procurarci un fonditore a riscaldamento indiretto. Dico «procurarci», perchè ne esistono una infinità nelle nostre cantine, nei nostri solai, dimenticati in qualche vecchia cassetta di attrezzi. Oggi nessuno usa più il vecchio fonditore a riscaldamento indiretto, giacchè chi ha bisogno di saldare sovente con metalli dolci, è ampiamente ripagato della spesa dal tempo che risparmia comprandone uno elettrico.

Che aspetto ha un fonditore?

Assomiglia ad un martelletto: manico di legno arrotondato, uno stelo metallico e un martelletto di rame rossiccio (se è ossidato, verdastro) in cima. Il martelletto di rame è fatto apposta per immagazzinare calore, che verrà poi ceduto alle gocce di stagno.

Il fonditore elettrico ha il medesimo aspetto, magari un poco più moderno, perchè di concezione più recente. Dal manico (che può essere anche di materiali isolanti artificiali) spunta un cordone elettrico terminante con una spina da inserire nella presa di corrente per l'alimentazione. Nell'interno del martelletto una resistenza isolata riscalda la massa di rame.

Il martelletto ha forma appiattita ad una estremità e arrotondata all'altra. Avrete già indovinato che il fonditore a riscaldamento indiretto va anzitutto riscaldato ogni due o tre saldature su una sorgente di calore che sarà un becco Bunsen per i più organizzati o semplicemente il gas illuminante.

La saldatura si fa fondendo una goccia di filo di

stagno e lasciandolo cadere sui due capi degli elettrodi da unire. Ve la descrivo con maggiori particolari.

Riscaldato il saldatore (se è elettrico si riscalda da solo e continuamente — a proposito, controllate sempre che la resistenza interna sia adatta alla tensione della rete, se volete evitare di far saltare le valvole o di spremere inutilmente lo stagno sul saldatore tiepido), provate a far combaciare i pezzi da saldare, ne studiate la lunghezza, la posizione migliore ecc., indi pulite le estremità che verranno coperte dallo stagno con una goccia di acido cloridrico diluito (se non siete pratici di acido cloridrico, vi conviene comprarvene una boccetta già diluita, se invece ne avete già manovrato e sapete che non si versa mai l'acqua in un acido concentrato, ma sempre l'acido nell'acqua, potrete fidarvi e procurarvene un poco dall'elettrauto o in un negozio che tratti il genere e a diluirlo fino a fargli assorbire un buon 80% di acqua). Ora afferrate il saldatore ben caldo (studiate una soluzione per appoggiare fuori pericolo il saldatore rovente), con l'altra mano tenete il gomitolino di filo di stagno (comperato dall'elettrotecnico e non dal ferramenta, per questioni di purezza) e con la terza mano... sì, con la terza mano tenete fermi i capi dei due conduttori da saldare mentre fate correre su di loro una gocciolina di stagno (più piccola possibile), che si è prontamente sciolta appena avvicinato il filo al martelletto. La questione della terza mano è controversa: voi sosterrete di non averla, ma qualsiasi provetto radiotecnico ce l'ha, altrimenti non riuscirebbe a fare saldature decenti. Scherzi a parte, la faccenda richiede praticaccia ed abilità manuale. Di-

menticavo di dirvi che per diventare radiotecnici bisogna essere dotati di grande pazienza e, perchè no?, occorre anche avere predisposizione e non essere nervosi sul lavoro.

Invece del semplice filo di stagno potete acquistare, sempre dal radiotecnico, del filo di stagno con al centro un poco di pasta adatta ad eliminare le impurità degli elettrodi. Con questo materiale speciale potete risparmiarvi di pulire accuratamente prima della saldatura e controllare solo che non ci sia sporcizia evidente.

La medesima pasta in sostituzione dell'acido cloridrico, potete acquistarla al solito posto, in tubetto (è meno rovesciabile). Infime quantità del contenuto del tubetto vengono strofinate sulle parti da saldare per eliminare oltre alla polvere anche il sottile strato di ossido che in un batter d'occhio si forma sui metalli esposti all'aria. Eventuali nuovi prodotti da saldare e le relative tecniche vi verranno illustrate, all'atto della vendita, dal negoziante.

La saldatura, per essere perfetta, deve unire strettamente i capi degli elettrodi (combacianti e non sovrapposti), con una piccola goccia di stagno, la più piccola possibile, anzi.

Il genere di saldature più frequenti comprende: la unione di due fili di rame, di un filo ad una piastra di metallo, di un portavalvole al telaio, di un elettrodo distaccatosi dal pezzo che dovete montare (difficoltosa e dispendiosa. Attenzione che il calore del saldatore non porti danno!), di un filo agli elettrodi del portavalvole, ecc.

La tecnica di saldatura è molto personale. Di solito si avvicina il taglio del martelletto a due milli-

metri dal luogo dove vogliamo far cadere la goccia, e non appena ciò è avvenuto, si sparge bene lo stagno — prima che raffreddi — sulla saldatura.

Non è molto serio illustrare a parole l'operazione di saldatura, ma non posso far altro per voi. Prima di arrischiare su del materiale radio, che costa, allenatevi con dei pezzetti di filo e di metallo, magari con dei pezzi di scarto o rotti che recupererete da un vecchio apparecchio in solaio, ripetendo i possibili casi che vi ho citato.

Oltre al saldatore, rientra nel corredo un cacciavite di misura piuttosto piccola, possibilmente munito di manico isolante. Meglio se disponete di due o tre cacciaviti di differente calibro.

Materiale utile sono le viti, di ogni natura, una pila carica, una cuffia, nastro isolante (se usate un telaio conduttore, ogni saldatura per cui lo schema di costruzione non prevede la messa a terra deve essere isolata abilmente), boccole, portavalvole in eccedenza, vecchi pezzi di scarto dai quali recuperare l'impensabile.

E veniamo alla preparazione del telaio. Se voi vi accontentate di un telaio semplice, potrete montare l'apparecchio su una semplice lastra, magari con due bordi ricurvi verso il basso, in modo da situare i collegamenti al di sotto ed i pezzi sopra. Ve la procurerete secondo l'ultima moda dal radiotecnico, oppure comprerete una lastra da un millesimo e mezzo di duralluminio dal lattoniere. Potete anche utilizzare il telaio di un vecchio apparecchio (soluzione questa che richiede ingegnosità ed esperienza), o un rotolo di ferro o comunque metallico recuperato dovunque, una scatola di biscotti, di caramelle, di sigari ecc.

Se desiderate un telaio più complesso lo studierete voi e lo realizzerete tagliando e saldando assieme i vari pezzi atti a munire di frontale di comando il vostro apparecchio o a schermare le varie fasi.

La lavorazione del telaio impone che il radiotecnico si tramuti in fabbro e seghi (con seghetto metallico, alla disperata con lame da metallo montate sul traforo), buchi (attenzione alle punte del trapano se non è vostro), filetti (con gli appositi maschi), saldi (superando la difficoltà di una saldatura lunga col saldatore da radiotecnico). La pratica vi verrà ben presto in aiuto, ma il mio consiglio spassionato è di coltivare qualche amicizia utile...

Per iniziare, non sono richiesti altri strumenti, a meno che non abbiate scelto uno schema particolare. In seguito scoprirete da soli con cosa preferite lavorare e la tecnica con cui affronterete le più disparate difficoltà sarà indicativa della vostra personalità.

Sarebbero invero utilissimi — ma per ora non li sapreste nemmeno usare — alcuni strumenti di precisione, per controllare i circuiti, nella loro realizzazione o per identificare i possibili guasti. Sono apparecchi costosi e ve ne elenco i più comuni per la rara eventualità che a qualcuno di voi capitino inaspettatamente in mano.

Le intensità delle correnti si misurano comunemente, in radiotecnica, con amperometri termici ad azione diretta, eventualmente in coppia con un trasformatore di caratteristiche conosciute, mentre le tensioni vengono vagliate con gli elettrometri o voltometri elettrostatici. Gli apparecchi che misurano la frequenza e quindi anche le lunghezze d'onda, sono

gli ondometri o cimometri. Sapendoli usare servono anche per le induttanze e le capacità. Il funzionamento delle valvole si verifica esattamente con un apparecchio complesso, solitamente a disposizione presso gli elettrotecnici, detto provavalvole.

### **Realizzazione di un circuito**

Scelto che avete il circuito del vostro cuore, in base alle sue caratteristiche ed alla vostra esperienza, lo studierete a lungo, esaminando tutti i particolari ed analizzando le notizie illustrative che accompagnano eventualmente lo schema. Se avrete la pazienza di leggere molti schemi perseverando o chiedendo spiegazioni quando non capite qualche cosa, potrete ovviare alla mancanza di esperienza con una certa pratica teorica degli espedienti più in uso. Questi espedienti non possono venire elencati, ma nascono a risolvere i casi unici nella mente del radio-tecnico completo.

Dovete soprattutto accertarvi che lo schema che avete sottomano sia realizzabile e... funzionante. Sissignori, funzionante, perchè certe pubblicazioni inventano nuovi schemi, facendoli sperimentare... ai lettori più appassionati; certi disegnatori dimenticano particolari; la stampa stessa è sovente poco chiara. Voi non potete pretendere, leggendo uno schema, di capire se ha probabilità di mantenere le promesse o meno, ma, con l'ausilio di questo aureo libretto potrete forse scoprire se mancano particolari importanti che vi impediranno di procedere nella costruzione, con spreco di tempo e di materiale. Accertatevi che vi siano i dati relativi ai pezzi da montare (numero di spire e diametri del filo e del

nucleo di una bobina, capacità di un condensatore, sigla esatta di una valvola, dati di un trasformatore, valore del trasformatore di altoparlante, ecc.).

In seguito farete l'elenco dei pezzi, con i relativi prezzi e cercherete di procurarveli alla minor spesa possibile, accertandovi di accumulare apparecchi funzionanti.

Ora si passa al cablaggio. E' una importantissima e difficile operazione. Meglio delle mie parole vi riuscirà chiaro guardare più avanti dove ho raccolto qualche schema ed il relativo cablaggio.

Lo schema elettrico di un circuito è una rappresentazione convenzionale che non ha nulla a che fare con la pratica. Per la costruzione si trasferisce lo schema in un disegno pratico, che tiene conto delle dimensioni dei pezzi, della convenienza della loro posizione, della comodità di collegamento, dello spazio a disposizione e così via. Su questo schema pratico potrete senz'altro raccapezzarvi e passare all'azione.

Ma... attenzione. Io vi unisco il cablaggio dei circuiti contenuti in questo libro, ma se ci tenete a diventare in gamba, dovrete studiare gli esempi di cablaggio che avete a vostra disposizione, per potere la prossima volta rendervi indipendenti il più possibile da quello che è il lavoro di un altro. Nel disporre i pezzi nel cablaggio, dovete sempre fare l'esame di quelli che implicano un campo magnetico durante il funzionamento (le bobine, i condensatori carichi, i trasformatori, soprattutto quello di uscita, in minima parte tutti i fili soprattutto a corrente variabile) e disporli nel migliore dei modi in maniera da non disturbare i pezzi più delicati che dei campi magne-

tici risentono le conseguenze (valvole). Se avete problemi di spazio, potrete schermare con lastre metalliche che contengono i campi magnetici.

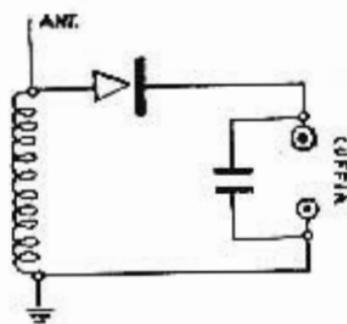
Dovete sorvegliare anche il calore e badare che non si accumuli, ma che vada disperso il più possibile, altrimenti alcuni pezzi (valvole) potranno alterare il funzionamento.

La pratica e qualche necessario insuccesso vi insegneranno tutto quello che nessun libro potrà mai descrivere.

A cablaggio ultimato, preparate il telaio, con tutte le azioni manuali che questa realizzazione comporta. Finalmente, saldatore nel pugno tremante, passerete alle prime saldature. Sistemate i portavalvole solidamente sul telaio, accertandovi che ogni valvola si adatti al proprio e aderisca nei contatti essenziali, senza possibilità di movimento o di vibrazione. Saldate ai terminali dei portavalvole i fili necessari, della lunghezza che abbisognate... preparate se del caso seguendo le indicazioni fornitevi, le bobine necessarie, con il giusto numero di spire, di filo di diametro esatto, un sostegno (magari un cilindro di cartone che otterrete incollando a spirale una striscia di cartone su un cilindro che poi estrarrete)... e così via, fino ad apparecchio ultimato. Non scoraggiatevi dai primi insuccessi e controllate, ricontrollate (soprattutto la corrispondenza dei piedini delle valvole agli elettrodi giusti, facendo uso di un Prontuario Valvole gentilmente prestatovi). Attendete due giorni prima di fare l'ultimo controllo e di dichiararvi vinti. I migliori radiotecnici hanno passato momenti simili e li hanno superati magari casualmente, o con l'aiuto di una mente fresca, estranea alla costruzione.

## Ricevitore a cristallo di galena

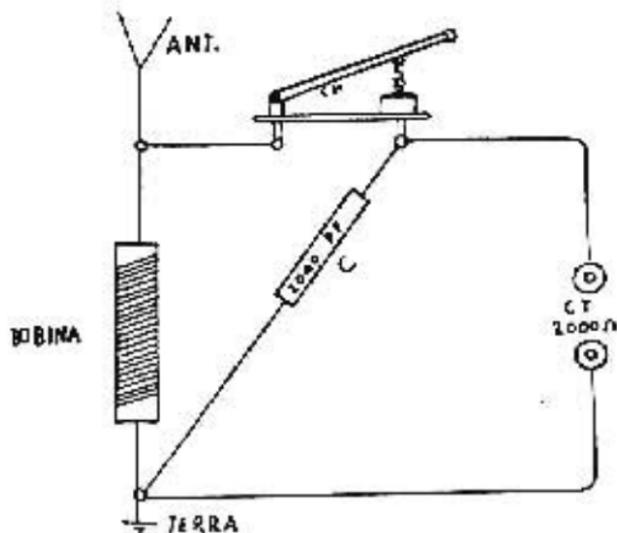
È il modello più semplice che possiate costruire. Le sue prestazioni sono mediocri, ma esso non è altro che un facile inizio per vedere uscire dalle vostre mani un semplice aggeggio che vi trasmetterà con fedeltà la voce dell'emittente vicina.



Ricevitore a galena

Lo schema è semplicissimo: usate la rete luce per antenna, tramite un tappo luce, che nel disegno è stato omesso. Collegate la terra con un tubo dell'acqua o del calorifero. Queste sono le migliori condizioni di impiego.

La bobina potete costruirla usando filo da 4/10 di mm isolato con smalto o con doppia seta, avvolto su un cilindro di 3 cm per 70 spire. Il condensatore fisso è a carta di 2.000 pF. La cuffia per l'ascolto, apposita per apparecchi a galena, di 2.000 Ohm. Se la comprate usata, badate che i magneti non siano esauriti.



Ricevitore a galena

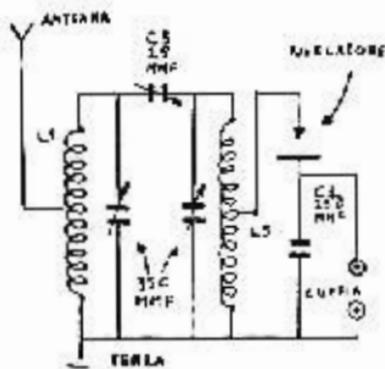
Il cablaggio è inesistente, ma esercitatevi pure a farlo ugualmente. Tutta la vostra fantasia si può sbizzarrire nella cassetina che contiene l'apparecchio: in legno, plastica o ferro (in tal caso, isolate bene i conduttori).

### Ricevitore a galena

#### per separare due trasmettenti locali

Questo è un famoso schema di realizzazione con rivelatore a galena. Il suo funzionamento è ottimo. Si avvale di due circuiti accordati ( $L1/C1$  e  $L3/C2$ ), forniti di condensatori variabili di 350 pF, entrambi in asse con  $C3$  pure variabile di 25 pF. Conviene isolare con schermo metallico le due bobine e disporle ad angolo retto fra loro per maggior garanzia che non si influenzino reciprocamente. Per l'an-

tenna, la presa di terra, la cuffia, rifarsi all'apparecchio precedente.



Ricevitore a galena

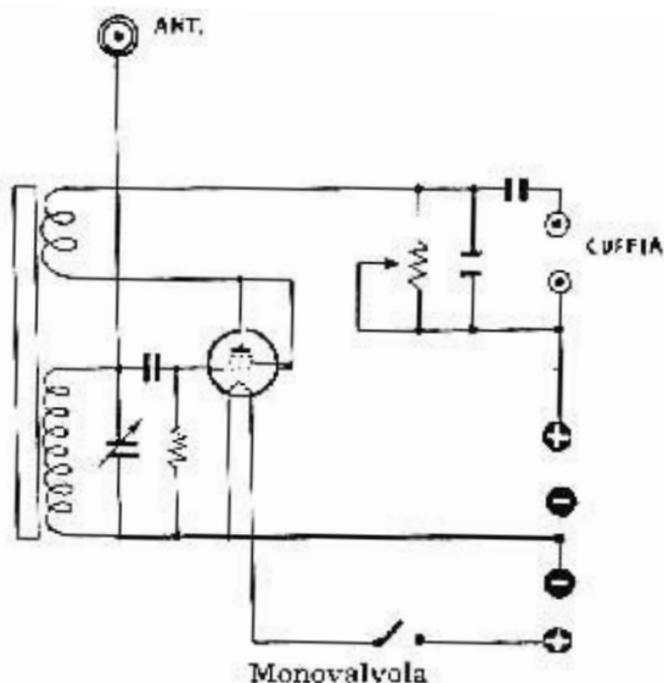
### Monovalvola tipo «miniatura» in cuffia

Utilizzando la DL6, potrete godervi questo piccolo apparecchio che vi stimolerà a rimpicciolire oltremodo le vostre realizzazioni.

L1 ed L2, rispettivamente bobine di reazione e di sintonia, sono avvolte su un nucleo di ferro. C1, variabile sintonizza l'onda dell'emittente, mentre R2, resistenza variabile o potenziometro presiede la regolarizzazione della ricezione.

La cuffia per l'ascolto sarà ad alta resistenza (superiore a 1.000 ohm), o si potrà utilizzare un auricolare piezoelettrico di quelli che usano dotare le piccole radio a transistori.

Alimentazione a pile: da 22,5 volt per mantenere positivo l'anodo e da 1,5 volt/miniatura per il filamento.



Se la trasmittente locale è vicina, per captarla non necessita antenna. Contrariamente, uno spezzone di 50 cm provvederà all'uopo.

Come telaio potete usare un astuccio di plastica. Scegliete il ferro adatto (8 mm di diametro e 70 mm di lunghezza).

L1 potrà essere realizzata avvolgendo del filo Litz 27×10, oppure con rame smaltato di 0,5 o 0,7 mm, in 67 spire. Alla distanza di 5 mm dalla estremità di L1, avvolgeremo con lo stesso filo L2, in 20 spire.

C1 è a mica con capacità di 500 pF. La valvola ci

permette di identificare i suoi elettrodi tramite un piccolo segno rosso in corrispondenza del n. 1 del disegno.

Il potenziometro R2 è una miniatura per TV di 0,5 megaohm. Per l'interruttore, sceglieremo il minimicro Geloso n. 666.

Per la messa a punto inserire le pile facendo attenzione alla polarità. Se l'apparecchio è perfetto, captata una stazione con C1, ruoteremo R2 verso il massimo. Se udremo un forte fischio sovrapposto all'emittente, che sparisce manovrando il potenziometro, sarà regolare.

Se qualcosa non andasse, aumentare di qualche spira L2. Invertire i contatti di una bobina.

#### **Componenti e prezzi:**

Resistenze: R1 da 2,2 megaohm, L. 15 - R2 potenziometro miniatura per TV, 0,5 megaohm, L. 150.

Condensatori: C1 variabile a mica da 500 pF, L. 250 - C2 in ceramica 100 pF, L. 35 - C3 a mica 200 pF, L. 30 - C4 a carta 10,000 pF, L. 28.

Bobine L1 ed L2 descritte nel testo.

Filo Litz per bobine, L. 50 al metro.

Nucleo ferroxcube mm 140x8 utilizzato a metà:  
Lire 400.

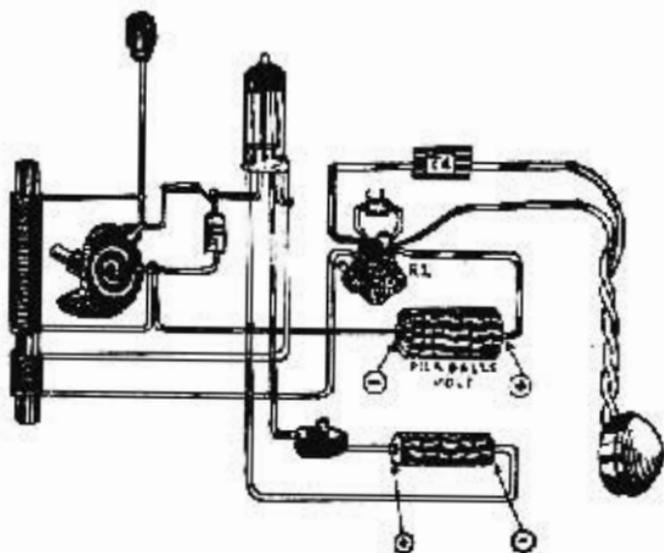
S1 interruttore minimicro Geloso n. 666, L. 100.

Auricolare piezoelettrico, L. 4.500.

Valvola subminiatura DL67, L. 1.500.

Pila 22,5 volt, L. 400.

Pila miniatura 1,5 volt, L. 65.

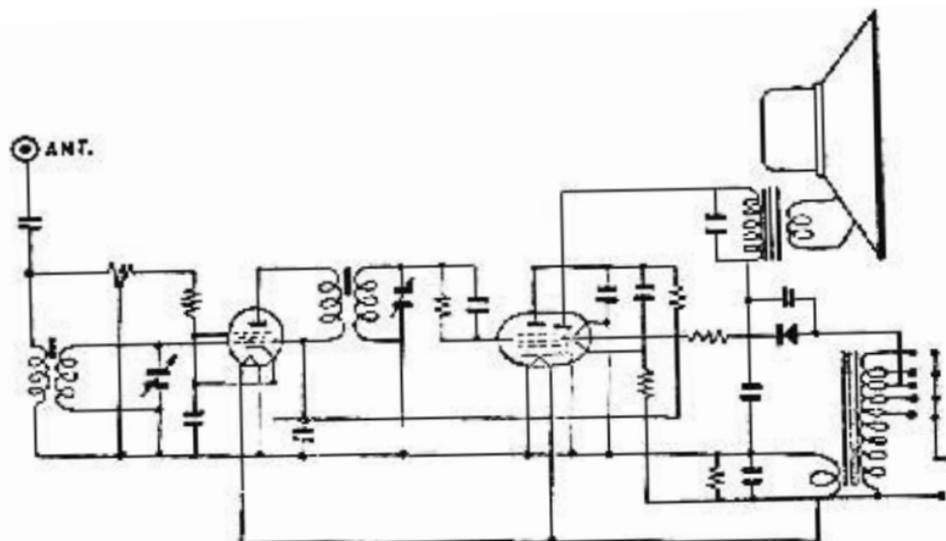


Monovalvola

### Riccvitore a due valvole in altoparlante

Possibilità: una buona realizzazione tecnica vi permetterà l'ascolto delle locali e di qualche stazione estera. Manovrato con abilità potrà darvi soddisfazioni.

Per telaio una lamiera di dural piegata ad «U». I contatti, appariranno al di sotto con tutti i pezzi di piccole dimensioni, mentre i tubi, i comandi e l'altoparlante compariranno sul piano superiore, pronti ad essere ricoperti da una conveniente cassa armonica.



Ricevitore a due valvole

Schema: si prevede una buona amplificazione ad alta frequenza, facendo uso del pentodo EF 80. La griglia di controllo della medesima è collegata con un circuito accordato, la cui bobina è il secondario della L1 ed il condensatore un variabile di 500 pF di capacità. Il circuito di placca comprende il primario della bobina L2, il cui secondario è accordato con un altro condensatore variabile di 500 pF. a sua volta collegato per mezzo della resistenza R3 e del cond. fisso C6 alla griglia della sezione triodica della valvola a doppia funzione ECL 80.

Nel cablaggio i due condensatori variabili saranno montati sullo stesso asse in modo da governarli col medesimo comando.

L1 ed L2 sono due bobine, naturalmente ad alta frequenza, adatte per onde medie: possono venir re-

cuperate da un vecchio apparecchio, badando che vengano dall'alta frequenza. Non disponendolo, compremo due «Corbetta CS 2» ad AF.

Per le variazioni di volume, inseriremo un potenziometro di 50.000 ohm tra il catodo della valvola EF 80 e la presa di antenna, collegando a massa il cursore (elemento variabile) del potenziometro.

Tra potenziometro e catodo della EF 80 si inserisce una resistenza di 150 ohm, mentre il catodo stesso è «disaccoppiato» da un condensatore di 0,1 mF.

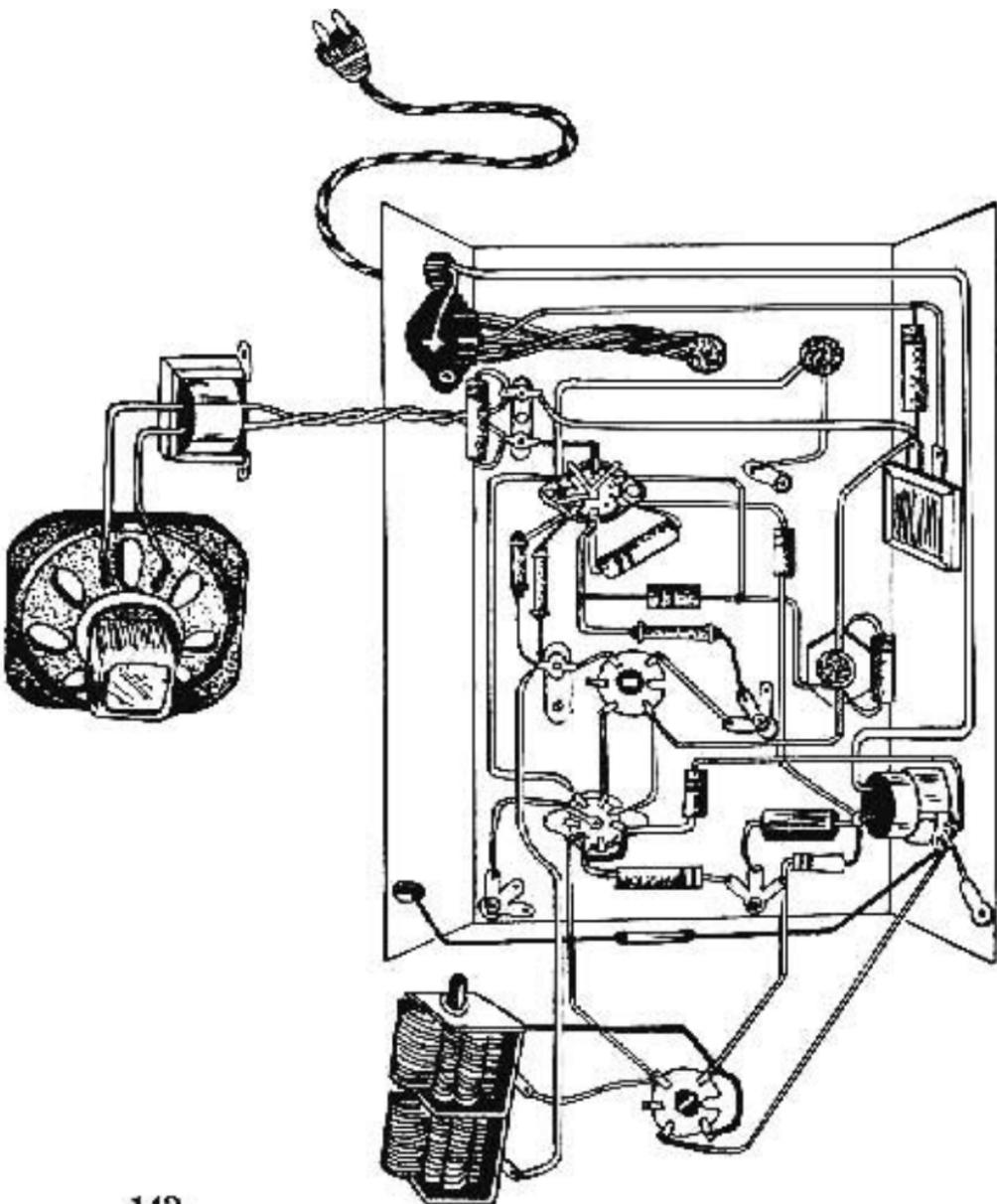
La seconda valvola utilizzata è un triodo-pentodo. Il circuito di triodo funge da rivelatore. Il segnale della placca del triodo viene inviato alla griglia del pentodo tramite un condensatore di 20.000 pF, denominato C8. Fra placca e massa C7, un condensatore di 200 pF, assorbirà gli inevitabili residui di alta F.

La polarizzazione della griglia-controllo della semi-valvola pentodo, viene prelevata dalla presa a 140 volt dell'autotrasformatore '12, dopo che è stata raddrizzata tramite BS1, cristallo di selenio, e filtrata dalla cellula composta dalla resistenza R7 di 1000 ohm/2 watt e dai condensatori elettrolitici, individualmente di 50 mF.

L'altro capo della rete di illuminazione viene collegato a massa tramite la R6, resistenza di 250 ohm (attenzione a non toccare il telaio durante il funzionamento!).

R4 è la resistenza di griglia del pentodo e verrà collegata direttamente al primario della rete di alimentazione. R6 è collegata in disaccoppiamento ad un condensatore elettrolitico C9 di 25 mF/50 VL.

Iniziare il montaggio dagli zoccoli delle valvole.



## Componenti:

### Resistenze :

R1 = 50.000 ohm (potenziometro con interruttore)

R2 = 150 ohm

R3 = 2 megaohm

R4 = 0,5 megaohm

R5 = 0,2 megaohm

R6 = 250 ohm/1 watt

R7 = 1.000 ohm/2 watt

### Condensatori :

C1 = 1.000 pF a carta

C2 = 500 + 500 pF, doppio variabile ad aria

C3 = 0,1 mF a carta

C4 = 50 mF elettrolitico 250 volt

C5 = già compreso in C2

C6 = 100 pF a mica

C7 = 200 pF a mica

C8 = 20.000 pF a carta

C9 = 25 mF elettrolitico 50 volt

C10 = 50 mF elettrolitico 250 volt

C11 = 5.000 pF a carta

C12 = 50.000 pF a carta

### Varie :

L1 = bobina AF (Corbetta CS2)

L2 = bobina AF (Corbetta CS2)

RS1 = raddrizzatore al selenio 160 volt/50 mA

T1 = trasf. d'uscita da 3 watt - impedenza primaria di 10.000 volt

T2 = autotrasf. da 30/40 watt, con secondario a 6,3 volt/1 ampere

V1 = valvola EF 80

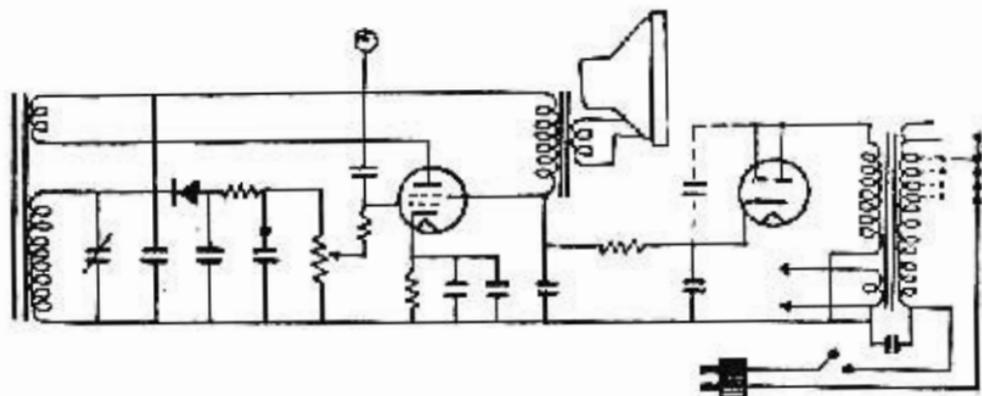
V2 = doppia valvola ECL 80

1 telaio in ferro o alluminio

1 altoparlante magnetico di 160 mm di diametro.

### **Monovalvola in altoparlante**

Verranno usati in verità due tubi, ma la 6×4 avrà solo funzione di raddrizzatore e non funzione valvolare vera e propria. \*Può anche essere sostituita con un raddrizzatore al selenio da 200 v./50 mA.



Monovalvola

Il segnale AF dall'antenna passa C5 e carica la griglia di EL41. R3 impedisce al medesimo di scaricarsi a massa. L'amplificazione avviene tramite L1, per induzione si trasmette il segnale a L2 che è avvolta sul medesimo nucleo. Da qui passa alla rivelazione del diodo al germanio DG.

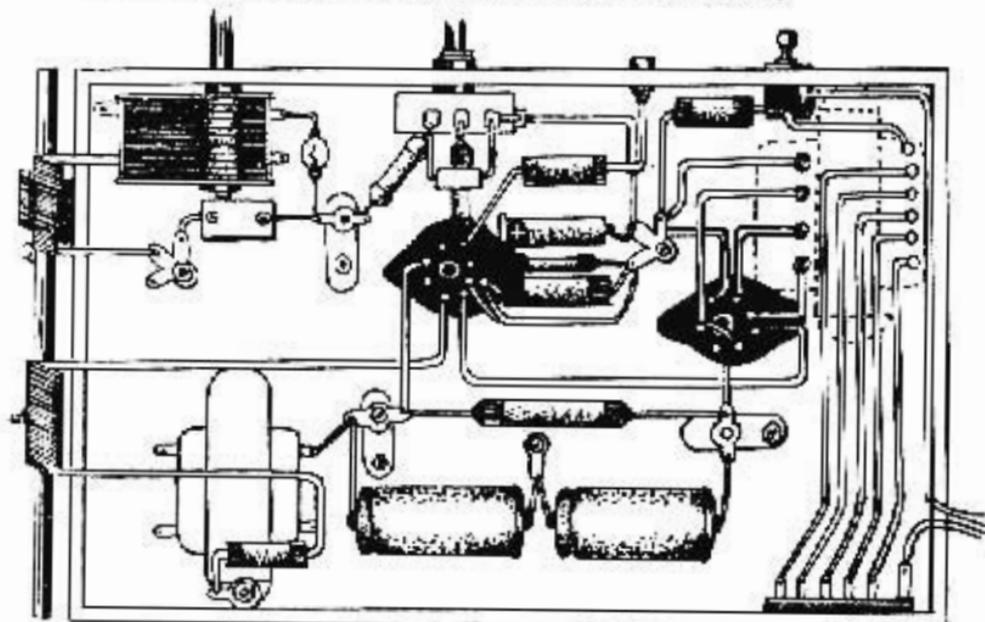
Ora il segnale è in BF, passa il filtro C3-R1-C4 che elimina i residui di AF, perviene al potenziometro R2 che rappresenta il regolatore di volume. Ora il segnale viene amplificato da EL41 e inviato al trasformatore d'uscita T2 per l'ascolto.

La polarizzazione di EL41 è assicurata tramite RA, C6 e C7.

L'alimentazione tramite un trasformatore T1 è di 30 o 40 watt, con un primario adatto a qualsiasi valore della tensione di linea e di un secondario a 6,3 volt per i filamenti e a 190 volt per gli anodi.

Il telaio potrà essere in alluminio o metallo qualsiasi. Attenzione alle diverse colorazioni dei capi di uscita di T1. I condensatori elettrolitici (C6, C8 e C9) vanno collegati con l'armatura positiva come indicato nel disegno. Prese di massa saldate al telaio. Fare uso di basette di isolamento per tutti gli elettrodi appoggiati al telaio che non vanno a massa. Curare l'isolamento della boccola d'antenna. La carcassa metallica di C1, sarà a contatto del metallo. Il secondario di T1 è compreso nella bobina mobile dell'altoparlante.

Altoparlante magnetico da mm 100 in c.c. Bobine di sintonia L1 e L2, avvolte su ferroxcube.



## Componenti :

### Resistenze :

R1 = 50.000 ohm, L. 30

R2 = Potenziometro 0,5 megaohm, L. 300

R3 = 50.000 ohm, L. 30

R4 = 160 ohm, L. 35

R5 = 1200 ohm/2 watt, L. 40

### Condensatori :

C1 = 500 pF variab. ad aria, L. 600

C2 = 5.000 pF, L. 40

C3 = 10 pF, L. 40

C4 = 50 pF, L. 40

C5 = 100 pF, L. 40

C6 = 10 mF elettrolitico catodico, L. 150

C7 = 10.000 pF, L. 40

C8 = 32 mF elettrolitico, L. 250

C9 = 32 mF elettrolitico, L. 250

C10 = 10.000 pF, L. 400

C11 = 10.000 pF, L. 40

Nucleo per antenna ferroxcube, L. 400

DG = diodo al germanio, L. 450

S1 = interruttore a levetta, L. 450

T1 = trasformatore d'alimentaz. da 30 o 40 watt,  
per valvola 6x4, L. 1.100

T2 = trasform. d'uscita imp. di 7.000 ohm, L. 450  
altoparlante magnetico mm 100 per c.c., L. 1.550

valvola EL 41, L. 1.070

valvola 6x4 o 6x5, L. 870

zoccoli per dette valvole, L. 110.

## **Messa a punto, installazione, manutenzione dell'apparecchio ricevente**

Avendo un apparecchio nuovo e volendo farlo funzionare nelle migliori condizioni, ci si renderà conto innanzitutto delle raccomandazioni del costruttore o delle istruzioni che leggeremo sul «*dépliant*» dell'apparecchio.

Provvederemo all'installazione ed al collegamento dell'antenna secondo i nostri gusti personali, le possibilità ed il tipo di apparecchio.

Nei piccoli apparecchi è bene accertarsi che la presa di terra funzioni effettivamente, altrimenti provvedere con un impianto apposito. Per captare le stazioni estere in buon numero una antenna esterna all'apparecchio è indispensabile. Prevedete al caso almeno 2 o 3 metri di filo. La presa di terra guadagna molto se si allaccia ad una lastra metallica sotterrata ad un metro di profondità.

Non appoggiate l'apparecchio alla parete, perchè conserva il calore che produce, invece di dissiparlo e rovina le valvole. Certamente noterete sul fondo della cassetta che contiene l'apparecchio, delle prese d'aria per il raffreddamento: favorite al massimo la circolazione dell'aria nell'interno.

Osservate ogni minimo difetto, per scoprire un guasto al suo primo apparire. Difficilmente potrete valutare lo stato di una valvola dalla sua luce di accensione, come fanno gli esperti, perchè ogni valvola ha una differente intensità di accensione. Però potrete giudicare se una valvola è stata messa male in opera osservando se traballa e accorgervi del suo esaurimento dalle variazioni nel funzionamento soprattutto dopo un certo tempo che l'apparecchio è acceso.

Gli apparecchi a galena, necessitano di una paziente ricerca del miglior punto di sensibilità del cristallo, che va rinnovata ogni mezz'ora circa o ad ogni spostamento dell'apparecchio. I cristalli al germanio (sotto forma di pastigliette) sono più stabili.

### **Esame di alcuni semplici difetti e guasti dell'apparecchio radio ricevente**

Una volta che la passione per la radio vi avrà afferrato, quando già ne comprenderete in linea di massima il funzionamento, certamente vi vorrete con essa cimentare. I più intraprendenti costruiranno senz'altro il loro apparecchio (guardatevi dal scegliere una costruzione difficile come primo esperimento, a meno che non possiate contare su un valido aiuto esterno). Altri si accontenteranno semplicemente di sfruttare l'apparecchio già in loro possesso o di rimettere a nuovo l'eterodina che giace da anni in solaio.

In previsione di queste opportunità, raccoglieremo in questo breve capitolo alcune note che potranno aiutarvi quando sarete a tu per tu col vostro apparecchio.

Le nozioni del nostro breve corso non possono e non vogliono fare di voi dei radiotecnici provetti, ma solo dei curiosi che intendono tenersi alla pari col loro tempo, interessandosi a quelle che sono le conquiste più semplici dell'elettrotecnica.

Per questo siamo costretti a lasciare a studiosi ben più profondi l'esame approfondito e la sottile analisi degli indizi che porta alla scoperta del guasto vero e proprio nell'apparecchio radio e ci accontenteremo degli inconvenienti più semplici.

Rinunciamo a conoscere e ad usare complicati strumenti di misura, il cui costo ripaga solo i riparatori professionali e ripetiamo quali sono le doti e le qualità che dovete ricercare ed apprezzare ogniqualvolta vi capita fra le mani un nuovo apparecchio.

Un buon ricevitore deve valorizzare:

la sensibilità

la selettività

la stabilità

la fedeltà.

Non è possibile stabilire un metro per misurare queste doti, esse vengono valutate dall'esperienza e dall'orecchio di ciascuno.

La «sensibilità» è l'attitudine a ricevere anche un segnale debolissimo della frequenza sulla quale è accordato il ricevitore. La sensibilità dipende da molti fattori, primo fra tutti il potere d'amplificazione delle valvole, la tecnica di messa in opera dell'antenna e la tecnica di progettazione dei circuiti accordati.

La possibilità che abbiamo di agire su un apparecchio già completo per migliorare la sensibilità, consiste nel lavorare sull'antenna.

La «selettività» dell'apparecchio è l'attitudine di separare il segnale desiderato da quelli immediatamente vicini e di permettere così l'ascolto di una sola stazione per volta. Negli apparecchi moderni (supereterodine), nelle usuali gamme d'onda, la selettività non rappresenta un problema, ma se volete avere pane per i denti vostri e del vostro apparecchio, cimentatevi nelle ore di punta (cioè quelle notturne, più affollate radiologicamente) sulle onde corte. Il numero e la bontà dei vostri circuiti accordati sono arbitri della selettività del vostro apparecchio e su di essi non potete influire.

La «stabilità» è l'attitudine per cui l'apparecchio mantiene la taratura originaria. In altre parole, se ad una stazione sulla scala parlante corrisponde sempre la ricezione di quella e solo quella stazione. Negli apparecchi normalmente in commercio questa dote è relativa ed è assolutamente non preoccupante che la scala parlante non abbia valore pratico già qualche mese dopo la messa in opera dell'apparecchio nuovo. Nella pratica, se dobbiamo ricevere le poche stazioni locali, tale disagio non reca disturbo, giacchè esse sono facilmente reperibili sovrastando tutte le altre per potenza d'uscita dall'altoparlante, ma per un radioamatore che ama ricevere molte stazioni, questa dote si rivela preziosa per riconoscere le une dalle altre. Apparecchi di qualche pretesa, soprattutto per l'uso dei radioamatori dilettanti, vantano una buona selettività ed annoverano fra i loro complicati circuiti appositi dispositivi atti a conservarla.

Occorre osservare che l'esame della selettività richiede due rilevazioni a distanza di tempo di un certo numero di stazioni variamente distribuite sulla scala parlante, dopo che ci si è accertati della costanza della tensione di alimentazione e della frequenza di alimentazione. In un apparecchio malandato la causa di una pessima stabilità può risiedere nella meccanica della scala parlante e nel cattivo stato dei condensatori (in particolare quelli variabili), che richiedono generalmente la sostituzione.

La «fedeltà» consiste nella riproduzione esatta dall'altoparlante della modulazione ricevuta all'entrata. Questa è la dote fondamentale dell'apparecchio radio e contraddistingue le costruzioni di alta classe. Gene-

ralmente è migliorabile con l'applicazione di altoparlanti supplementari o con la sostituzione dell'altoparlante se si tratta di uno strumento in cattivo stato o di basso prezzo.

Per chi fa uso di apparecchi di propria costruzione o comunque di costruzione artigiana, saranno preziose le seguenti note.

I difetti di sensibilità richiedono un attento esame dell'impianto dell'antenna: dimensioni, accuratezza di impianto. Si passerà quindi ad accertare che la tensione usata per alimentare l'apparecchio sia quella giusta, senza eccessivi sbalzi e che l'organo finale (cuffia o altoparlante) utilizzino una resistenza ohmica in accordo con quella di uscita dell'apparecchio, o, nel caso che esista un trasformatore d'uscita, la suddetta resistenza sia eguale al secondario del trasformatore.

Se tutto questo si rivela a posto, non rimane che mettere le mani sulle valvole e verificare le correnti di accensione degli schermi e degli anodi. In simile caso un dilettante si deve accontentare di ricercare qualche isolamento vistosamente difettoso, che conduca a perdite e rivolgersi al radiotecnico per l'esame delle correnti.

I difetti di selettività hanno origine nei circuiti accordati o nell'antenna. Si verifichi lo stato esterno dei condensatori fissi, la pulizia di quelli mobili (usare qualche goccia di benzina o introdurre un foglio di carta fra le lamelle). Si dedichi cura particolare nell'esaminare l'isolamento dell'antenna, la presa di terra o le prese di massa. Il collegamento antenna-apparecchio.

Difetti di fedeltà. Controllare l'amplificazione a

bassa frequenza. In particolare gli avvolgimenti delle bobine e dei trasformatori e soprattutto i nuclei di ferro (stato in cui si trovano, calcolo dell'esatto volume occorrente, qualità del materiale). Risulta facile controllare se i nuclei di ferro rispondono alle caratteristiche volumetriche indicate nello schema, per la qualità e lo stato dei medesimi, occorre una certa esperienza.

Disturbi esterni all'apparecchio possono essere causati da vicine sorgenti di onde elettromagnetiche occasionali (cause atmosferiche, linee elettriche, sorgenti di scintille, dinamo a corrente continua o piccoli motorini elettrici). Non si possono eliminare agendo sull'apparecchio se non spostandolo il più lontano possibile dalla causa del disturbo.

Disturbi interni. Vi possono essere fruscii originari nelle valvole, o per la loro difettosa messa in opera (intensità o tensione errata agli elettrodi), o per la imperfezione delle valvole stesse (logore per difetto di costruzione, per uso eccessivo, per l'applicazione errata di una tensione sbagliata all'apparecchio durante il suo funzionamento precedente).

Altre cause di fruscii e sibili possono essere delle resistenze sbagliate nel loro valore, materiale impiegato di qualità scadente e deteriorato dall'uso o ancora resistenze clandestine dovute a contatti accidentali, a isolamenti imperfetti.

Il cablaggio di un apparecchio deve essere calcolato ponendo a distanza conveniente i conduttori di alimentazione dei circuiti di griglia da quelli di placca, soprattutto nell'alta frequenza.

Altri inconvenienti che possono capitare possono essere dovuti ai cattivi contatti interni o ad una im-

perfetta messa in opera delle boccole delle valvole. Si rivelano con scoppiettii e scricchiolii muovendo l'apparecchio o battendovi sopra una mano ed anche con interruzioni di ricezione quando alcuni organi dell'apparecchio, con l'uso, raggiungono una determinata temperatura.

La distorsione del sonoro a volume normale dipende dalla deteriorazione delle valvole (in occasione di sostituzione delle medesime accertatevi che quest'ultime vengano effettivamente rimpiazzate da pezzi nuovi). Una distorsione è possibile a massimo volume in apparecchi mediocri, dovuta alla progettazione e all'impiego di materiali scadenti.

Le caratteristiche della voce dell'apparecchio possono dipendere dalla risonanza della cassa armonica e dall'impiego di minuscoli altoparlanti. La voce cupa può essere attribuita ad un eccesso di selettività.

Nell'accingervi ad esaminare il vostro apparecchio dovete ricordare di non fidarvi a toccarne gli organi senza prima avere tolto la corrente di alimentazione ed anche in questo caso attendere un breve periodo che i circuiti ritornino allo stato di normalità. Se qualche semplicissimo intervento dovesse essere giudicato indispensabile ad apparecchio funzionante, fare uso di strumenti isolati (cacciavite).

### **Invito a diventare radioamatori**

Essere radioamatori significa avere la radio nel sangue. Un apparecchio rice/trasmittente costa, e soprattutto costa in passione, pazienza ed abilità tecnica.

Tuttavia non si può diventare radioamatori di pun-

to in bianco, costruire o comperare una ricetrasmittente e cominciare a collezionare le cartoline dei colleghi con cui si discorre nelle serate d'inverno, o con cui magari si gioca a scacchi. Il governo oppone un freno perchè il potere di trasmettere non finisca in mano a degli irresponsabili che potrebbero nuocere al prossimo e a se stessi.

Per ottenere la patente — e la conseguente licenza — di radioamatore, dovrete rivolgere una regolare domanda di cui vi forniamo uno schema, e sostenere un esame davanti ad una Commissione appositamente riunita.

Vi sono tre patenti per operatori di stazione radioamatore, classificate come di 1°, 2° e 3° grado. Corrispondono alle potenze massime di alimentazione dello stadio finale del trasmettitore che intendete usare. Precisamente, con la patente di 1° grado potete manovrare un trasmettitore di 50 watt, col secondo e col terzo rispettivamente di 150 e 300 watt.

L'esame volge su un programma teorico-pratico riguardante il funzionamento e la messa in opera degli impianti e sulla velocità di ricetrasmissione col Codice Morse (rispettivamente di 40 caratteri al minuto per la prima classe, 60 ed 80 per la seconda e la terza). La prova viene effettuata con un auricolare ed un tasto a cicalino.

La domanda di ammissione può venire indirizzata al Ministero in qualsiasi momento. Prevedendo una certa stasi per le indagini del caso, occorre essere pronti a sostenere l'esame in una delle seguenti Sedi di esame: Ancona, Bari, Bologna, Bolzano, Cagliari, Firenze, Genova, Messina, Milano, Napoli, Palermo, Reg-

gio Calabria, Roma, Sulmona, Torino, Udine, Venezia, Verona.

Se seriamente intendete divenire radioamatori, cominciate con lo studiare la materia: Elettrologia, Elettrotecnica, Radiotecnica, Radiofonia, Telefonia ed il Regolamento Internazionale delle Radiocomunicazioni. Costruitevi un cicalino per allenarvi in trasmissione e, quando siete sufficientemente sicuro, provate con un poco di pazienza a ricevere i segnali in codice Morse di una stazione ad Onde Corte.

Se disponete di un poco di danaro, non siate impazienti di gettarlo via e cercate piuttosto qualcuno pratico che vi guidi nell'acquisto di un buon ricevitore «Surplus», che ancora si reperisce a buon prezzo.

**Domanda tipo per la licenza  
di Radioamatore**

Ministero P. P. T. T.  
Servizio Radio  
Ufficio I

ROMA

Il sottoscritto... nato a... il..., residente a...  
Via..., al fine di ottenere la patente di radiooperatore di... classe, chiede a Codesto Onorevole Ministero di essere ammesso agli esami che si terranno prossimamente presso il Circolo Costruzioni di

Allegati:

- 1) Due fotografie, di cui una legalizzata.
- 2) Ricevuta di versamento di L. 500 — tassa di esame — sul c/c postale 1/206, intestato al Ministero P. P. T. T. Servizio Radio, Ufficio I - Roma.
- 3) 1 Marca da bollo da L. 100.

Il sottoscritto si riserva di presentare i documenti di cui alle lettere a), b), d), g), h), i), n), o), delle norme in vigore, non appena conosciuto l'esito dell'esame allo scopo di ottenere il rilascio della licenza di trasmissione.

Con osservanza

Data

Firma

Distinguate bene fra la patente che vi qualifica preparati ad essere radioamatori tecnicamente, ottenuta tramite esame e la licenza a trasmettere, ottenuta con la presentazione dei documenti solo se siete ritenuti moralmente idonei.

## ALFABETO MORSE

a = . —	n = — .
à = . — — — . —	o = — — — —
b = — . . . .	ò = — — — — .
c = — . . — .	p = . — — — .
ch = — — — — —	q = — — — . —
d = — . . .	r = . — — .
e = .	s = . . . .
è = . . — . .	t = —
f = . . — . .	u = . . —
g = — — — .	ù = . . — — —
h = . . . . .	v = . . . —
i = . . .	w = . — — —
j = . — — — —	x = — . . . .
k = — . . —	y = — . — — —
l = . — . . .	z = — — — . .
m = — —	

Le vocali «ò» ed «u» munite di dieresi si segnalano con la medesima cifra usata per le vocali «ò» (o accentata) ed «ù» (u accentata).

### Numeri :

1 = . — — — — —	6 = — . . . . .
2 = . . — — — —	8 = — — — — . . . .
3 = . . . — — — —	7 = — — — — . . . . .
4 = . . . . — —	9 = — — — — — . .
5 = . . . . .	0 = — — — — — — —

La convenzione per la trasmissione in codice Morse stabilisce le seguenti norme:

Una linea occupa lo spazio di tre punti.

L'intervallo fra una lettera ed un'altra occupa lo spazio di un punto.

L'intervallo fra due parole occupa lo spazio di cinque punti.

**CONVERSIONE ORARIA**  
**PER LA RICEZIONE IN ONDA CORTA**

usata dai radioamatori

Differenza oraria:	Differenza oraria:
Alasca . . . . . —10.00	Giappone . . . . . + 8.00
Argentina . . . . . — 5.00	Grecia . . . . . + 1.00
Australia Occ. . . . . + 7.00	Gran Bretagna . . . . . — 1.00
» Mer. . . . . + 8.30	Guatemala . . . . . — 7.00
» Or. . . . . + 9.00	Haway . . . . . —11.80
Austria . . . . . —.—	Honduras . . . . . — 7.00
Belgio . . . . . — 1.00	Bombay . . . . . + 4.30
Bolivia . . . . . — 5.32	Calcutta . . . . . + 4.53
Costa Brasil. . . . . — 4.00	Indocina . . . . . + 6.00
Centro Brasil. . . . . — 5.00	Irlanda . . . . . — 1.00
Confine opposto . . . . . — 6.00	Islanda . . . . . — 2.00
Bulgaria . . . . . + 1.00	Jugoslavia . . . . . —.—
Canada Orient. . . . . — 6.00	Lussemburgo . . . . . —.—
» Centr. . . . . — 7.00	Marocco . . . . . — 1.00
» Occid. . . . . — 8.00	Messico . . . . . — 7.36
Cecoslovacchia . . . . . —.—	Nicaragua . . . . . — 6.45
Cile . . . . . — 5.43	Norvegia . . . . . —.—
Cina . . . . . + 7.00	Nuova Zelanda . . . . . —10.00
Columbia . . . . . — 6.29	Paesi Bassi . . . . . — 0.40
Danimarca . . . . . —.—	Palestina . . . . . + 1.00
Egitto . . . . . + 1.00	Panama . . . . . — 6.18
Finlandia . . . . . + 1.00	Paraguay . . . . . — 4.50
Francia . . . . . — 1.00	Perù . . . . . — 6.00
Germania . . . . . —.—	Polonia . . . . . —.—

## CONVERSIONE ORARIA PER LA RICEZIONE IN ONDA CORTA

usata dai radioamatori

Differenza oraria:	Differenza oraria:
Alasca . . . . . —10.00	Giappone . . . . . + 8.00
Argentina . . . . . — 5.00	Grecia . . . . . + 1.00
Australia Occ. . . . . + 7.00	Gran Bretagna . . . . . — 1.00
» Mer. . . . . + 8.30	Guatemala . . . . . — 7.00
» Or. . . . . + 9.00	Haway . . . . . —11.80
Austria . . . . . —.—	Honduras . . . . . — 7.00
Belgio . . . . . — 1.00	Bombay . . . . . + 4.30
Bolivia . . . . . — 5.32	Calcutta . . . . . + 4.53
Costa Brasil. . . . . — 4.00	Indocina . . . . . + 6.00
Centro Brasil. . . . . — 5.00	Irlanda . . . . . — 1.00
Confine opposto . . . . . — 6.00	Islanda . . . . . — 2.00
Bulgaria . . . . . + 1.00	Jugoslavia . . . . . —.—
Canada Orient. . . . . — 6.00	Lussemburgo . . . . . —.—
» Centr. . . . . — 7.00	Marocco . . . . . — 1.00
» Occid. . . . . — 8.00	Messico . . . . . — 7.36
Cecoslovacchia . . . . . —.—	Nicaragua . . . . . — 6.45
Cile . . . . . — 5.43	Norvegia . . . . . —.—
Cina . . . . . + 7.00	Nuova Zelanda . . . . . —10.00
Columbia . . . . . — 6.29	Paesi Bassi . . . . . — 0.40
Danimarca . . . . . —.—	Palestina . . . . . + 1.00
Egitto . . . . . + 1.00	Panama . . . . . — 6.18
Finlandia . . . . . + 1.00	Paraguay . . . . . — 4.50
Francia . . . . . — 1.00	Perù . . . . . — 6.00
Germania . . . . . —.—	Polonia . . . . . —.—