

LE RESISTENZE NEGLI APPARECCHI RADIO

66. Resistenze fisse.

Le resistenze fisse di valore elevato sono ottenute mediante la compressione di polvere di carbone unita con materiale consolidante. Ai capi sono semplicemente attorcigliati fili che servono per saldarle direttamente ove occorre. Queste resistenze sono molto usate negli apparecchi moderni. Sono coperte da uno strato di colore, che indica anche il valore della resistenza (Tabella IV).

Resistenze simili sono ottenute anche depositando il materiale resistente sopra cilindretti vuoti di ceramica, od altro materiale simile, poi verniciate e poste al forno con una temperatura intorno ai 1000 gradi C.

Molto usate sono anche le resistenze di filo avvolto. In questo caso si possono distinguere in resistenze a filo avvolto direttamente, e resistenze a cordoncino. Le resistenze avvolte direttamente

sono costituite da un supporto di porcellana, od altro materiale refrattario, sul quale è avvolto il filo resistente a spire spaziate. L'intera resistenza è poi verniciata con una

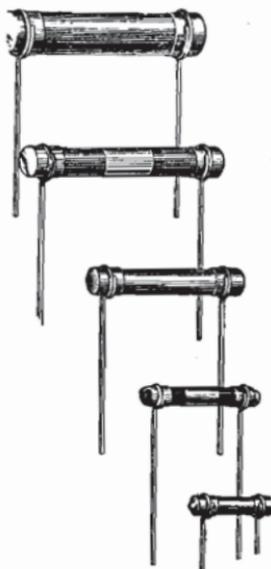


Fig. 93. - Esempi di resistenze fisse. Il valore in ohm è indicato dai segni colorati, ed il carico ammissibile dalle dimensioni.

speciale composizione, e quindi posta al forno a calore rosso. Dopo questo procedimento, la resistenza appare perfettamente smaltata, con riflessi vitrei.

Il filo adoperato è ottenuto con una lega di nichelio e di ferro, con basso coefficiente di temperatura, sicchè que-



Fig. 94. - Esempio di resistenza flessibile.

ste resistenze restano praticamente costanti, anche quando si riscaldano notevolmente, come spesso avviene.

Per valori molto bassi, da un ohm a 2000 ohm, si adoperano anche delle resistenze a filo direttamente avvolto, sopra striscie di materiale refrattario.

Le resistenze fatte con cordoncino apposito sono adoperate specialmente per valori bassi. Il cordoncino è semplicemente protetto da un tubetto sterlingato, con alle estremità gli attacchi per la saldatura. Il cordoncino è costituito da una calza o da un'anima di seta o simile, intorno al quale è avvolto il filo resistente. Se ne può determinarne la resistenza approssimativa in base alla lunghezza.

Una resistenza analoga è la tessuta, nel quale il filo resistente stesso fa parte del tessuto, insieme al cotone.

67. Codice internazionale per le resistenze.

Tutte le fabbriche produttrici di resistenze hanno deliberato di adoperare un'unica indicazione per determinare

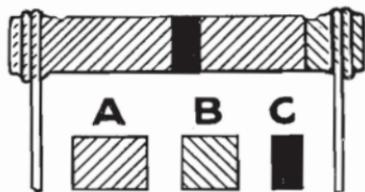


Fig. 95. - A, primo numero; B, secondo numero; C, numero degli zeri.

il valore delle resistenze in base al colore. Dato che un solo colore non bastava, sono state adottate delle combinazioni di tre colori. Il primo colore serve ad indicare il primo numero, il secondo indica il secondo numero, ed il terzo indica il numero degli zeri.

Il colore (A) dell'intera resistenza (fig. 95) indica il primo numero; il colore (B) di una estremità indica il se-

LE RESISTENZE NEGLI APPARECCHI RADIO

condo numero; il colore (C) della fascetta centrale (che può anche essere un punto) indica il numero degli zeri.

Tab. IV. - VALORE DELLE RESISTENZE FISSE IN BASE AL COLORE.

0	Nero	5	Verde
1	Bruno	6	Turchino
2	Rosso	7	Azzurro
3	Arancio	8	Grigio
4	Giallo	9	Bianco

Esempi:

	A	B	C
250 ohm	Rosso	Verde	Bruno
1000 ohm	Bruno	Nero	Rosso
3500 ohm	Arancio	Verde	Rosso
10000 ohm	Bruno	Nero	Arancio
12000 ohm	Bruno	Rosso	Arancio
25000 ohm	Rosso	Verde	Arancio
250000 ohm	Rosso	Verde	Giallo
1500000 ohm	Bruno	Verde	Verde

In fondo al volume si trovano i prontuari relativi al valore in ohm delle resistenze rispetto il colore e viceversa.

68. Le resistenze variabili.

Le resistenze variabili hanno lo scopo principale di permettere la regolazione tanto della sensibilità quanto dell'intensità sonora (controllo di volume).

Servono pure per variare la tonalità della riproduzione, in questo caso viene usato un condensatore fisso in serie. Il valore della resistenza varia con il valore del condensatore, che a sua volta dipende dalla disposizione nel circuito.

Allo scopo di evitare troppi comandi, le resistenze variabili che servono a regolare la intensità sonora sono spesso provviste anche dell'interruttore per la rete.

Nelle resistenze variabili è necessario osservare se l'asse



Fig. 96. - Esempio di resistenza variabile.

centrale sia isolato o no dalla massa del potenziometro stesso, e quindi dalla sua presa centrale, perchè in alcuni casi è necessario che la spazzola sia isolata dalla base metallica del ricevitore. Inoltre è necessario osservare come avviene il contatto tra la spazzola e la resistenza. I sistemi adottati sono molti, ed in ogni caso sono migliori quelli nei quali questo contatto avviene o mediante un cilindretto ro-

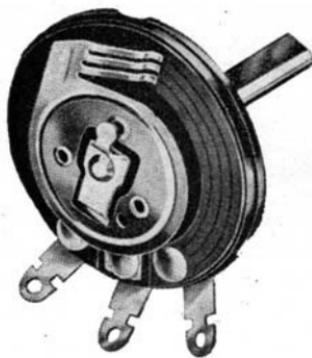


Fig. 97. - Potenziometro ad alta resistenza.

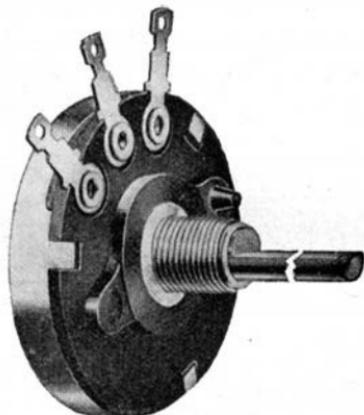


Fig. 98. - Aspetto di moderna resistenza variabile.

tante o mediante pressione di una lamina. Altra caratteristica da osservare, sebbene meno importante, è la lunghezza dell'asse. Per gli apparecchi moderni è necessario un asse notevolmente lungo, affinchè possa attraversare anche la parte frontale del mobile, nel quale dovrà essere sistemato il ricevitore.

Il valore della resistenza da usare va anzitutto stabilito in base all'uso poi in base alla tensione massima da applicare.

Non si può applicare una tensione qualsiasi ad un potenziometro di cui un capo è a massa (potenziale zero), perchè da essa dipende l'intensità della corrente che scorrerà attraverso la sua resistenza, quindi il suo riscaldamento e la

durata. Applicando una tensione molto elevata ad un potenziometro di bassa resistenza (esempio: 3000 ohm) la corrente che vi passa è tanto grande da farlo immediatamente « fumare ». Quindi: tensioni alte possono essere applicate solo a potenziometri d'alta resistenza.

69. Resistenze per la polarizzazione di griglia.

Per ottenere la tensione negativa di griglia si può includere una resistenza adeguata fra il catodo ed il terminale negativo dell'alimentatore anodico, il quale è rappresentato, almeno nella maggioranza dei ricevitori, dalla loro base metallica. La resistenza viene in tal modo attra-

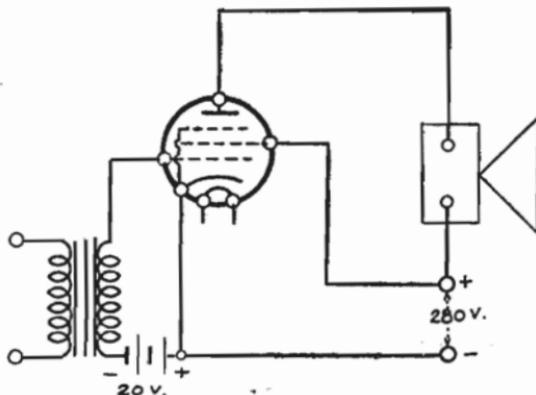


Fig. 99. - Serve per chiarire l'esempio di fig. 100.

versata dalla corrente di placca più quella di griglia schermo, se si tratta di un tetrodo o di un pentodo, o dalla sola corrente di placca se si tratta di un triodo.

La fig. 100 illustra il caso di un pentodo alla cui griglia controllo è necessaria una tensione negativa di 20 volt. Tale tensione è ottenuta con la resistenza R_c , la quale è percorsa da una corrente di 20 mA costituita dalla corrente di placca di 17 mA e da quella di schermo di 3 mA. La tensione che si determina ai suoi capi per effetto di questa

corrente è ($V = I \times R$) di volt, essendo la resistenza di 1000 ohm.

La formula per ottenere immediatamente il valore della resistenza catodica (è nell'uso chiamare così le resistenze che servono per la polarizzazione, benchè il termine non sia esatto) è la seguente:

$$\text{Resistenza (in ohm)} = \frac{\text{Tensione (in volt)}}{\text{Corrente (in mA)}} \times 1000$$

La stessa figura (si veda anche la fig. 145) illustra per quale ragione si ottenga in tal modo la polarizzazione ne-

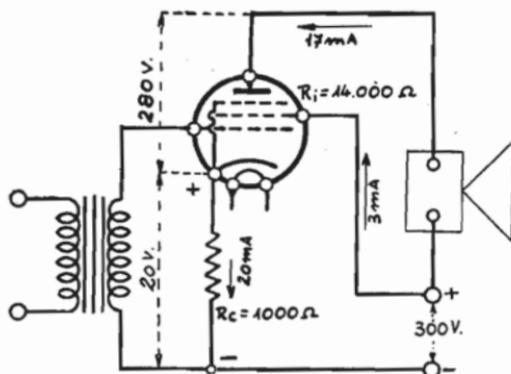


Fig. 100. - Come si ottiene la tensione di polarizzazione mediante una resistenza.

gativa di griglia. Attraverso la resistenza R_c la corrente scorre nel senso della freccia, quindi la tensione che si determina ai suoi capi è positiva dal lato del catodo e negativa dal lato opposto. Se a questo lato negativo viene collegato il secondario del trasformatore b. f. e se ad esso fa capo la griglia controllo, è evidente che tale griglia si trova a -20 volt rispetto il catodo, ossia ha una polarizzazione di griglia di -20 volt.

Supponendo che la tensione di alimentazione di 300 volt sia fornita da una batteria di pile, l'inserzione della resistenza R_c sottrae 20 volt da tale batteria, per la polarizzazione di griglia, come indica la fig. 99. Infatti i 20

volt usati per la tensione di griglia, nel caso della figura 100, sono stati detratti dalla tensione di placca, la quale non è di 300 volt, pur essendo tale tensione ad essa applicata, ma di 280 volt soli, e ciò perchè la tensione di griglia si considera tra la placca e il catodo, e non già tra il catodo e la base metallica (Par. 96).

Quando le valvole sono disposte in controfase, o sono due in parallelo, essendo la corrente doppia, la resistenza ha solo la metà del valore di quella necessaria per una sola valvola.

70. Potenza dissipata dalle resistenze.

La *potenza dissipata* delle resistenze ha per unità di misura il *watt*, ed indica la potenza elettrica che può venir da essa convertita in calore senza un certo aumento specifico della temperatura.

Dalla natura della resistenza e dalle sue dimensioni dipende la corrente massima che può scorrere in essa senza determinare un apprezzabile aumento di temperatura. Se tale corrente aumenta molto, la resistenza si riscalda, e poi, se la corrente è eccessiva, si brucia interrompendosi. Per tale ragione le resistenze usate negli apparecchi riceventi hanno un *carico ammissibile* di 1/4, 1/2, 1, 2, 3, 5 o più watt, ciò a seconda dell'intensità della corrente normalmente presente in esse.

Quando il valore della resistenza è noto, e quando è nota la corrente, il carico ammissibile in watt si ottiene con la formula:

$$\text{watt} = \text{Corrente (in A)} \times \text{Resistenza (in } \Omega \text{)}$$

dalla quale si nota che il carico ammissibile varia con il quadrato della corrente.

Un'altra formula per il calcolo del carico ammissibile in watt è:

$$\text{watt} = \frac{\text{mA} \times \text{mA} \times \text{ohm}}{1.000.000}$$

Eempio: se attraverso una resistenza di 30.000 ohm scorre una corrente di 5 mA, il carico ammissibile è di

0,75 watt, ed in tal caso è necessario usare una resistenza da 1 watt.

Se si conosce il valore della resistenza e il suo carico ammissibile in watt, si può determinare l'intensità massima della corrente che può scorrere in essa con la formula:

$$\text{milliampere} = 1000 \times \sqrt{\frac{\text{watt}}{\text{ohm}}}$$

71. Tolleranza dei valori delle resistenze.

Per le resistenze normali la tolleranza sul valore è del 10 %, ossia il valore della resistenza può variare del 10 % in più o in meno.

Per le resistenze di alta dissipazione e quindi di elevato costo, la tolleranza sul valore è del 5 %.

Le tolleranze suddette non sono adatte per le resistenze necessarie per strumenti di misura. In tal caso si adoperano resistenze tarate. La tolleranza normale delle resistenze tarate è dell'1 %. Per quelle tarate appositamente, il valore resistivo vero viene indicato dal costruttore su apposito cartello accompagnatorio.

72. Relazione tra volt, ampere e watt.

Se si conosce la corrente che scorre in una resistenza, la tensione ad essa applicata ed il valore della resistenza stessa, la potenza dissipata può venir ottenuta con una qualsiasi delle seguenti formule:

$$P = V \times I \quad ; \quad P = I^2 \times R \quad ; \quad P = \frac{V^2}{R}$$

dove: V in volt, I in ampere, R in ohm e P in watt.

Se occorre conoscere l'intensità della corrente, si possono usare le formule:

$$I \text{ (in ampere)} = \sqrt{\frac{P}{R}} \quad ;$$

$$I \text{ (in mA)} = \sqrt{\frac{P \times 1.000.000}{R}}$$

Se occorre conoscere la tensione, serve la formula:

$$V = \sqrt{P \times R}$$

Primo esempio: quale è la massima intensità di corrente ammissibile in una resistenza di 15.000 ohm e 25 watt?

Usando la formula per i mA, si ottiene:

$$\begin{aligned} I &= \sqrt{\frac{25 \times 1.000.000}{15.000}} = \sqrt{\frac{5.000}{3}} = \\ &= \sqrt{1667} = 41,4 \text{ mA} \end{aligned}$$

Secondo esempio: quale massima tensione è applicabile ad una resistenza di 75.000 ohm e 10 watt?

Usando la formula indicata si ottiene:

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{10 \times 75.000} = \sqrt{750.000} = 100 \sqrt{75} = \\ &= 866 \text{ volt} \end{aligned}$$

Terzo esempio: quale è la potenza dissipata se attraverso una resistenza di 10.000 ohm scorre una corrente di 25 mA?

Usando la formula indicata per tale ricerca, si ottiene:

$$P = 0,025^2 \times 10.000 = 0,000625 \times 10.000 = 6,25 \text{ watt}$$

Quarto esempio: quale è l'intensità di corrente che deve scorrere nell'avvolgimento di un campo di 1000 ohm, di un diffusore, per ottenere 6 watt?

Usando la formula indicata ed usata anche nel primo esempio, si ottiene:

$$I = \sqrt{\frac{6 \times 1.000.000}{1.000}} = \sqrt{6.000} = 77,5 \text{ mA}$$

CONDENSATORI FISSI E VARIABILI

73. I condensatori nelle applicazioni radio.

I condensatori hanno enorme importanza negli apparecchi radio. Servono per accordare i ricevitori alla lunghezza di onda che si desidera ricevere, per livellare la corrente alternata di alimentazione, per accoppiare circuiti, per creare vie di passaggio all'a. f., ecc.

I più piccoli condensatori usati nei moderni radioricevitori sono quelli di 1 pF, mentre i più grandi sono quelli di 100 μ F. A volte sono indicate capacità come 357,5 pF, ma tale cifra è usata per indicare una media tra 355 e 360 pF.

Si distinguono in tre grandi classi: *fissi*, *semifissi* e *variabili*. Ciascuna di queste classi poi varia con il dielettrico impiegato e così ci sono i condensatori ad aria, a carta, a mica ecc. Inoltre i condensatori fissi possono essere a bassa capacità, o ad alta capacità. Infine, quelli a capacità alta possono appartenere ad una speciale categoria, quella dei condensatori *elettrolitici*, molto usati nei moderni ricevitori.

• Rispetto la tensione di lavoro, i condensatori si distinguono, nelle seguenti tre categorie:

- a) per bassa tensione di lavoro;
- b) per alta tensione di lavoro;
- c) per altissima tensione di lavoro.

Nella classe dei condensatori semifissi si possono riconoscere due tipi distinti: a compressione e ad aria. Entrambi sono di piccola capacità e servono per essere posti in parallelo ai variabili normali, in modo da permettere il co-

mando unico, nonchè in parallelo degli avvolgimenti che devono essere tarati ad una determinata frequenza. Sono chiamati comunemente *compensatori*.

Nella classe dei condensatori variabili si possono notare: i condensatori ad aria, ossia i normali impiegati nei ricevitori a valvole, ed i condensatori a dielettrico solido, generalmente mica, che servono allo stesso scopo nei piccoli ricevitori a cristallo.

74. Condensatori fissi a mica.

I condensatori costruiti in modo da non poter variare la loro capacità si chiamano fissi, e si distinguono in due categorie: condensatori fissi di *bassa capacità* e condensatori fissi di *alta capacità*.

I condensatori fissi di bassa capacità vanno da 1 pF a 50.000 pF oltre questo valore sino a 50 µF, per gli usi normali, e sino a 200.000 µF per usi speciali, vanno invece i condensatori di alta capacità.

Nei condensatori fissi di bassa capacità, il dielettrico impiegato può essere mica, carta o aria. La mica, che è perfettamente adatta allo scopo, perchè può essere suddivisa in foglietti molto sottili, adatti per la costruzione di piccoli condensatori. I foglietti metallici sono alternati tra di loro con foglietti di mica, quindi alle estremità sono riuniti agli attacchi del condensatore. Un tempo le varie laminette e foglietti erano tenuti insieme da una vite centrale, ma non era il sistema migliore, sia per la poca aderenza delle piastre, sia per la capacità che variava con la pressione della vite, e sia anche perchè in tal modo la capacità poteva venire alterata dalla umidità atmosferica. Attualmente i condensatori fissi sono bloccati a pressione molto elevata con speciali accorgimenti.

La capacità segnata varia del 10 % in più o in meno. Nei condensatori speciali e di alto costo, per usi di laboratorio, questa tolleranza può essere molto minore.



Fig. 101. - Esempi di moderni condensatori fissi.

75. Condensatori fissi a carta.

I condensatori fissi a carta sono molto impiegati nei moderni apparecchi radio. Sono usati nelle parti ove non è critico il valore della capacità, dove non è indispensabile ridurre al minimo le perdite e generalmente per capacità superiori a 1000 pF. Per capacità inferiori, usate nei circuiti ad alta frequenza, vengono impiegati condensatori a mica, benchè in alcuni casi siano sufficienti anche quelli a carta.

I condensatori a carta per capacità sino a 0,25 μ F sono del tipo cilindrico, e vengono detti « a cartuccia ». Quelli per capacità superiore sono invece contenuti in custodie di vario formato. Sia gli uni quanto gli altri sono ottenuti mediante striscie di carta avvolte insieme con striscie di rame per le capacità più piccole e di alluminio per le capacità più elevate. L'avvolgimento viene fatto secondo due modi generalmente detti *induttivo* e *antinduttivo*. Nell'avvolgimento induttivo i terminali del condensatore corrispondono ai terminali dei due nastri di alluminio. La corrente di carica deve perciò circolare lungo tali nastri.

Quando è usato l'avvolgimento antinduttivo i terminali del condensatore sono ottenuti da un orlo sporgente da ciascuno dei due nastri. I nastri d'alluminio sporgono fuori dalla carta e vengono ricoperti di stagno, in modo che ciascuna delle due spirali è interamente saldata, in modo da permettere alla corrente di carica di distribuirsi su di esse senza dover circolare. Questo secondo metodo di avvolgimento vien detto anche, e più propriamente, esterno e, corrispondentemente, interno l'altro metodo.

Recentemente si è constatato che, per particolari ragioni, i condensatori con avvolgimento esterno possono presentare induttanza maggiore di quelli con avvolgimento interno, per cui i tecnici della Ducati hanno deciso di chiamare condensatori categoria A quelli che comunemente vengono detti induttivi, e condensatori categoria B, quelli comunemente detti antinduttivi.

Per alte frequenze è preferibile usare i condensatori di categoria B.

La qualità della carta impiegata ha grande importanza; può avere dei difetti invisibili ad occhio nudo, porosità, o microscopiche particelle metalliche. Se la carta non è perfetta al 100 % la durata del condensatore risulta grandemente limitata, ed infatti la carta più scadente, legnosa,

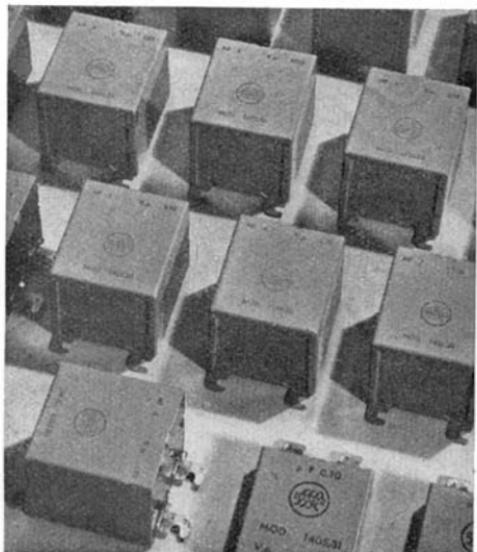


Fig. 102. - Condensatori a carta, di alta capacità.

impura, dopo breve periodo d'uso si altera disintegrandosi ed il punto più debole cede alla tensione applicata.

Per questa ragione, condensatori provati alla stessa tensione hanno spesso dimensioni eguali pur essendo di capacità doppia o tripla: la carta impiegata determina il volume. Un condensatore di alta capacità con buona carta può durare 10.000 ore di lavoro, in media; con carta scadente può arrivare alle 1000 ore al massimo.

Per ottenere la capacità richiesta, i fogli metallici vengono avvolti con fogli di carta per una data lunghezza. Raggiunta la capacità vengono sottoposti ad una accurata essi-

cazione, mediante uno speciale processo di evacuazione, ossia vengono sistemati in un dispositivo dal quale viene tolta l'aria e l'umidità contenuta nella carta. Questa operazione richiede da 5 a 6 ore. Finita, vengono introdotti, senza passare da un ambiente all'altro, in paraffina liquefatta, che penetra in ogni interstizio dei condensatori, quindi viene

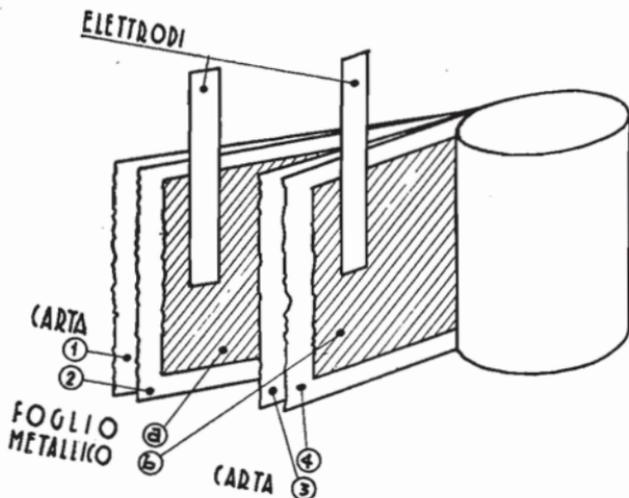


Fig. 103. - Come vengono avvolti i condensatori a carta.

riamessa l'aria che con la sua pressione spinge l'isolante in modo da formare un blocco con il condensatore (fig. 104). Dalla massa viene tolto l'isolante superfluo intorno al condensatore, e lo stesso viene sistemato in apposite custodie di cartone o, meglio, di metallo, affinché non venga deteriorato da cause esterne. Da questi involucri escono i due capi del condensatore, costituiti da due strisce di rame applicate una a ciascun foglio metallico.

La tensione di rottura alla quale il condensatore può cedere dipende esclusivamente dall'isolante, ossia dalla natura e dallo spessore della carta. Per un dato spessore di carta

non è opportuno adoperare un unico nastro, ma diversi nastri più sottili.

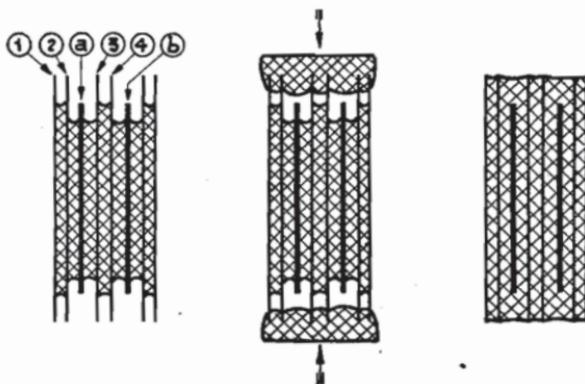


Fig. 104. - Impregnazione di un condensatore a carta. A e B sono i nastri metallici, 1-2-3-4 i nastri di carta. La parte tratteggiata è paraffina.

76. Condensatori metallizzati.

Quando sono necessari condensatori fissi estremamente stabili e il cui valore di capacità sia assai bene definito come appunto avviene per quelli posti in parallelo con condensatori ad aria di piccola capacità, vengono utilmente impiegati i condensatori metallizzati.

Essi differiscono dai soliti condensatori fissi per il fatto che è il dielettrico a sostenere le armature, diversamente da quanto avviene per gli altri tipi di condensatori. Si tratta di condensatori sopra i cui foglietti di mica è stato depositato uno strato d'argento o argento-oro. Naturalmente lo strato è sottilissimo, dell'ordine di alcuni micron.

Questi condensatori hanno il vantaggio di essere molto stabili, di essere leggerissimi, e di presentare un ingombro ridottissimo. Hanno anche il vantaggio di poter venire tarati dato che basta asportare una parte dello strato metallico.

77. Condensatori elettrolitici.

In quest'ultimi anni l'uso dei condensatori elettrolitici si è molto diffuso, specialmente per il minor spazio da essi occupato rispetto ai condensatori isolati a carta e per il loro minor costo, rispetto lo stesso valore di capacità e di tensione di lavoro.

A differenza dei condensatori isolati a carta, gli elettrolitici sono polarizzati, ossia possiedono un elettrodo che

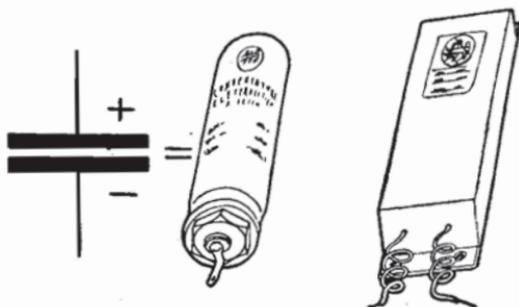


Fig. 105. - Simbolo e aspetto pratico di condensatori elettrolitici.

deve essere sempre collegato alla tensione positiva e l'altro che deve essere collegato a quella negativa. Possono essere racchiusi in custodie di cartone o di alluminio. In quest'ultimo caso hanno forma cilindrica.

Ci sono condensatori elettrolitici adatti per sopportare elevate tensioni di lavoro, usati per il livellamento della tensione raddrizzata, e altri adatti per basse tensioni di lavoro, i quali servono specialmente per essere applicati in parallelo alle resistenze di polarizzazione.

I condensatori elettrolitici si dividono in due categorie: gli umidi ed i secchi. I primi contengono del liquido, i secondi un elettrolita pastoso.

Tutti gli elettrolitici assorbono corrente la quale dipende dalla loro capacità e da varie altre cause. Tale capacità è minima in condizioni normali, circa un quarto di mA per μF ,

(per quelli di bassa capacità) ossia 2 mA per un condensatore di 8 μF , in condizioni anormali, ossia quando la tensione applicata è eccessiva, invece questa corrente au-



Fig. 106. - Esempio di condensatore elettrolitico a secco, in custodia di cellulosa.

menta molto e determina il riscaldamento e la rovina del condensatore.

78. La pellicola-dielettrico nei condensatori elettrolitici.

Mediante trattamenti elettrochimici dell'alluminio, può essere prodotto sulle sue superfici uno strato di ossido d'alluminio, il cui spessore è in funzione della tensione appli-

cata, ed è dell'ordine del milionesimo di millimetro. Può essere stratificato ed assumere un leggero colore grigio. Caratteristica essenziale di questa pellicola è quella della corrente, dimostrando una struttura asimmetrica.

La rigidità dielettrica del dielettrico-pellicola, ossia la tensione che essa può normalmente sopportare, dipende dalla natura dell'elettrolita, dalla purezza dell'alluminio e da altri fattori.



Fig. 107. - Esempio di condensatore elettrolitico a secco, in custodia d'alluminio.

Anche nel caso degli elettrolitici, la capacità è direttamente proporzionale alla superficie delle armature affacciate ed inversamente proporzionale allo spessore del dielettrico il quale è, in questi condensatori, estremamente ridotto.

Con i condensatori elettrolitici si possono realizzare perciò delle capacità molto elevate pur impiegando superfici relativamente piccole delle armature. Ne consegue il minor ingombro rispetto ai condensatori comuni, ossia elettrostatici. Per i modelli normali, gli elettronici occupano uno spazio che è l'ottava parte di quello degli elettrostatici. Per i modelli compatti è ridotto alla dodicesima parte. Per i modelli ultracompati è portato alla trentesima parte.

L'armatura sulla quale si trova fissata la pellicola-dielettrico è sempre di alluminio, puro al 99,85 %; la pellicola è sempre d'ossido d'alluminio, ed è perciò che i condensatori elettrolitici vengono detti anche *ad ossido*.

La pellicola-dielettrico ha la particolarità di presentare una resistenza notevolissima al passaggio della corrente in un dato senso, e molto bassa in senso opposto. I condensatori elettrolitici non possiedono, perciò, una resistenza di isolamento nel senso comune del termine, e sono polarizzati. L'armatura che porta la pellicola è sempre l'anodo.

La seconda armatura non è in diretto contatto con la pellicola. Ciò perchè non riuscirebbe perfettamente. Il contatto è ottenuto mediante un conduttore intermedio, liquido o pastoso, e che perciò rappresenta la seconda armatura. Esso ha pure lo scopo di mantenere attivo il processo di

polarizzazione e quindi anche di assicurare la presenza della pellicola. Per questa ragione è detto elettrolita.

In contatto con l'elettrolita si trova la seconda armatura metallica, generalmente essa pure di alluminio, e, che rappresenta il catodo.

79. La corrente di conduzione nei condensatori elettrolitici.

I condensatori elettrolitici sono costantemente attraversati da una corrente di conduzione quando sono in uso. Questa corrente è relativamente assai elevata se paragonata con quella che attraversa i condensatori elettrostatici. Un condensatore a carta presenta una resistenza di alcune migliaia di megaohm-microfarad; un condensatore elettrolitico presenta invece una resistenza di alcuni megaohm-microfarad, ossia una resistenza circa mille volte inferiore.

Questo valore non è costante. Varia fortemente con la tensione applicata, e diminuisce fortemente quando essa supera la tensione di lavoro.

La corrente di conduzione nei condensatori elettrostatici è proporzionata alla tensione ad essi applicata; nei condensatori elettrolitici invece essa cresce lentamente da principio e quindi, raggiunta una data tensione critica, sale rapidamente. È questa corrente che indica la tensione massima applicabile per l'uso del condensatore.

Applicando una tensione superiore a quella critica, la corrente di conduzione cresce fortemente, e questo perchè il calore prodotto al primo aumento determina un successivo aumento di corrente e quindi di calore. Ciò determina la rapida evaporazione dell'elettrolita e la rovina del condensatore.

La corrente di conduzione di un condensatore elettrolitico è in funzione della copertura e dello spessore del film. Essa è dovuta al fatto che la pellicola che copre l'anodo non è uniformemente completa. Microscopiche superfici dell'anodo sono scoperte e consentono il passaggio della corrente.

Durante i periodi di inattività, queste microscopiche superfici scoperte si allargano, per cui all'inizio della messa sotto tensione del condensatore, la corrente di conduzione

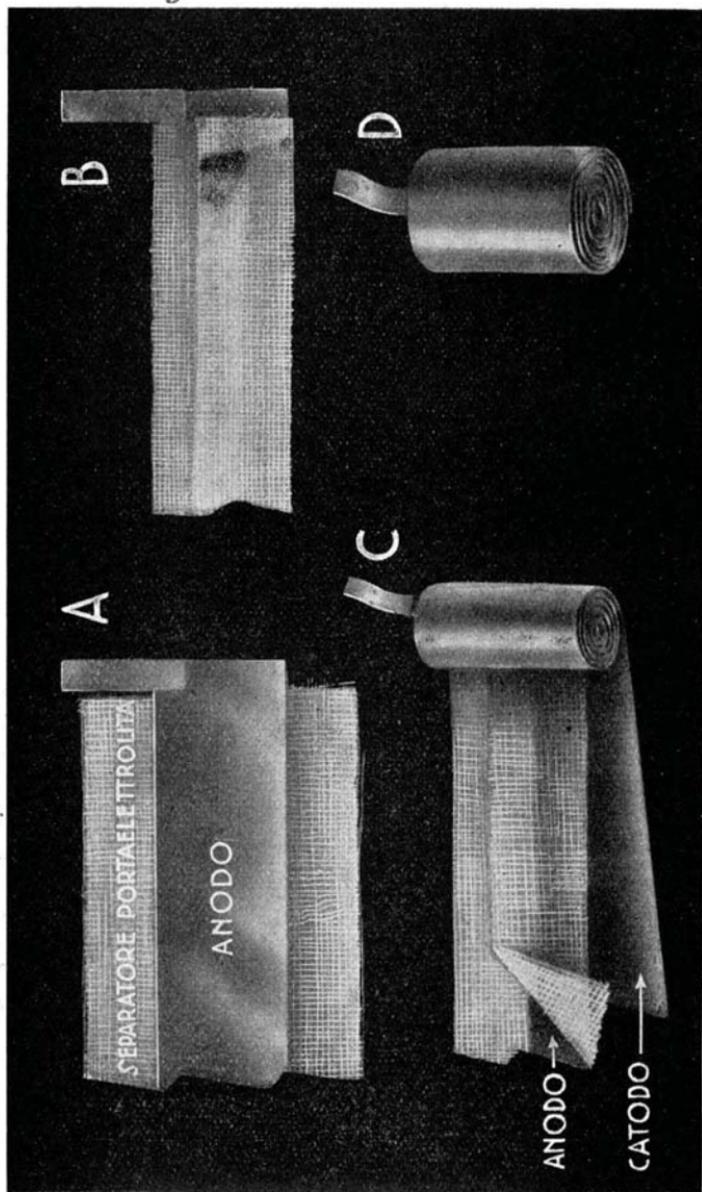


Fig. 108. - Come vengono avvolti i condensatori elettrolitici.

è notevole, e tanto maggiore quanto più lungo è stato il periodo di inattività. Bastano pochi minuti per permettere alla pellicola di completarsi, riducendo la corrente di conduzione a valori normali.

Ecco alcuni valori massimi della corrente normale di conduzione in microampere per microfarad:

575 Volt	125 microampere
480 »	100 »
350 »	75 »
250 »	60 »
150 »	50 »
100 »	40 »
50 »	20 »
25 »	10 »
15 »	7,5 »

Ossia: la corrente continua di conduzione è direttamente proporzionale alla tensione, alla capacità ed alla continuità del dielettrico-pellicola.

* * *

Per l'uso dei condensatori elettrolitici si veda il capitolo settimo.

80. Condensatori variabili. Legge di variazione.

La *legge di variazione* della capacità dei condensatori variabili dipende dalla forma delle lamine che li compongono. Può essere o no proporzionale al movimento delle lamine mobili. È proporzionale quando le lamine sono semi-circolari, perchè in tal modo ad ogni eguale spostamento delle lamine corrisponde un'eguale variazione della capacità. Il condensatore in questo caso è del tipo a *variazione lineare di capacità*, essendo la curva di variazione una retta (fig. 140).

È questo il tipo di condensatore che si adoperava una volta, e che oggi può servire per capacimetri e per apparecchi a cristallo.

Per i condensatori variabili usati nei normali radiorice-

vitori la variazione rettilinea della capacità non è utile, se mai può riuscire utile la variazione rettilinea secondo la

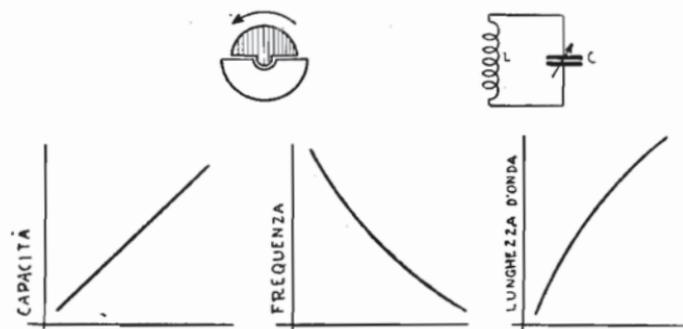


Fig. 103. - Variazione lineare della capacità.

lunghezza delle radio-onde da ricevere. Ciò è possibile variando la forma delle lamine, in modo da ottenere la va-

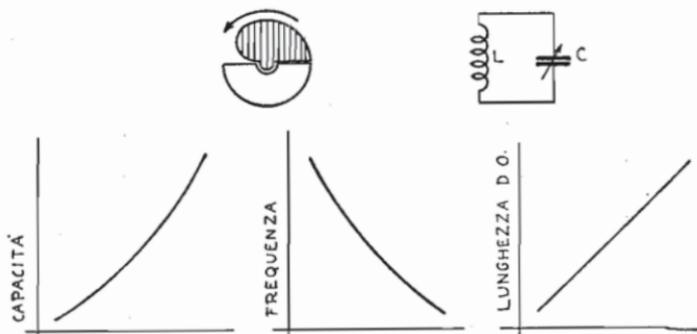


Fig. 110. - Variazione lineare di lunghezza d'onda.

riazione lineare rispetto la lunghezza d'onda anzichè rispetto la capacità. In tal modo è possibile determinare la lunghezza d'onda sulla quale il circuito d'accordo si trova sintonizzato, semplicemente dalla posizione delle lamine del

condensatore, quindi dai gradi di spostamento. È utile specialmente per gli ondometri.

La fig. 110 indica le curve caratteristiche di questo tipo di condensatore, che è detto a *variazione lineare di lunghezza d'onda*.

Però anche la *variazione lineare* rispetto la lunghezza d'onda ha importanza relativa. Dato il grande numero di

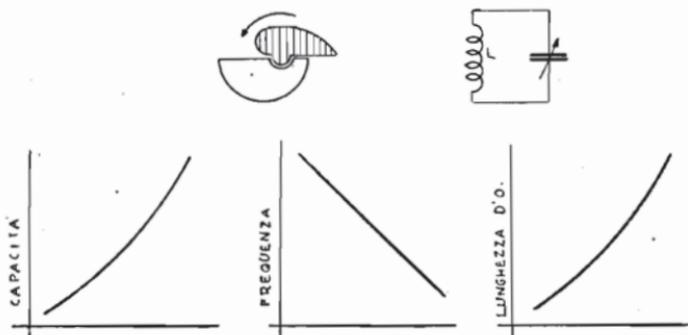


Fig. 111. - *Variazione lineare di frequenza.*

stazioni emittenti, e dato che è necessario separarle tutte di 9 chilocicli, è opportuno che il condensatore variabile sia a *variazione lineare di frequenza*, fig. 111.

81. Caratteristiche del condensatore variabile.

Lo statore è isolato dal telaio, mentre il rotore è in contatto con esso, ciò perchè risulterebbe alquanto più difficile isolare la parte mobile. L'isolamento dello statore è ottenuto con dielettrico anigroscopico, ossia insensibile alle variazioni dell'umidità ambiente, in modo da evitare corrispondenti variazioni della resistenza di isolamento tra rotore e statore.

Le lamine sia mobili che fisse devono essere perfettamente piane. Deformazioni anche solo piccolissime rendono impossibile l'allineamento, e quindi, nei ricevitori supereterodina (cap. 9), l'accordo tra lo stadio d'entrata e quello oscillatore risulta insufficiente in alcuni punti della scala di

sintonia. L'identità della variazione ha importanza notevolissima. Basta immaginare, perchè ciò riesca evidente, che le sezioni del variabile seguano l'identica legge di variazione, meno che in un piccolo tratto. Le emittenti che corrispondono a questo tratto non potranno venir intese come le altre, dato che per esse l'apparecchio non si troverà in perfetto accordo.

Le lamine non devono entrare facilmente in vibrazione, per evitare che possano subire l'influenza delle onde sonore diffuse dall'apparecchio.

Se ciò avviene, la loro vibrazione si traduce in una corrispondente variazione alternativa della capacità. Ne risulta una frequenza fonica che viene amplificata e riprodotta dal diffusore e che va ad aumentare la vibrazione delle lamine con il risultato che l'apparecchio cessa di funzionare per emettere soltanto un ululato. È questo il fenomeno della *microfonicità*, che rappresenterebbe uno dei più gravi difetti degli apparecchi moderni.

La *vibrazione microfonicità* può avvenire in due modi: nello stesso senso dell'albero o in senso trasversale all'albero. Nel primo caso è generalmente solo una parte delle lamine che entra in vibrazione, nel secondo caso invece sono tutte le lamine che vibrano. Bisogna perciò tener presente che le lamine mobili occorre siano sostenute da un unico cilindro di diametro notevole, e che gli statori siano bene ancorati al telaio. Inoltre è necessario che lo spessore e le dimensioni delle lamine siano studiati in modo da evitare che le eventuali vibrazioni possano avere una frequenza facilmente amplificabile da parte del ricevitore. Ossia è necessario che la frequenza di vibrazione delle lamine sia fuori della gamma delle frequenze foniche.

Il telaio ha lo scopo di mantenere unite le varie parti componenti il condensatore. Deve essere molto robusto, per cui nei migliori condensatori è fuso in un solo pezzo robustissimo e provvisto di ampie nervature. In tal modo è assicurata la sua indeformabilità specialmente durante il viaggio dell'apparecchio. Nei condensatori variabili di bassa qualità, il telaio può subire delle deformazioni che a volte sono minime, ma sufficienti per variare la capacità e quindi eliminare la taratura del ricevitore.

Sia per proteggere le lamine dalla polvere che per

evitare l'immediato contatto con le onde sonore, i condensatori usati attualmente negli apparecchi radio sono quasi tutti provvisti di schermo metallico.

82. Il condensatore variabile e la scala parlante.

Nelle scale di sintonia attualmente impiegate per gli apparecchi radio, vicino al nome di ciascuna delle emittenti è disegnato un piccolo tratto, entro il quale va ricercata l'emittente. Questo segno è circa dieci volte maggiore dell'intervallo di quadrante entro il quale si raccolgono i segnali di una stazione. Riuscirebbe assai utile poter ridurre la lunghezza di tale tratto alla larghezza di una linea. In tal modo la ricerca delle emittenti risulterebbe alquanto facilitata, dato che basterebbe portare l'indice sulla linea, anzichè cercare l'emittente entro il tratto segnato. Si potrebbe così addirittura eliminare la ricerca delle emittenti, e mettere il ricevitore in sintonia su qualsiasi stazione desiderata mentre è spento. In pratica avviene che meno curata è la costruzione del ricevitore, e meno precisa è la variazione del condensatore variabile, più ampio deve necessariamente essere il tratto segnato sulla scala ed entro cui potrà trovarsi ciascuna emittente.

Per poter ottenere il risultato di restringere al massimo il tratto di sintonia, in modo da rendere facile la ricerca delle emittenti è necessario che la variazione della capacità del condensatore variabile avvenga, in modo quanto più possibile esatto, secondo la curva prestabilita.

È pure necessario che la taratura del ricevitore rimanga costante, diversamente è inutile che il condensatore variabile sia preciso. Essa dipende dai materiali impiegati per il sostegno delle bobine, dei compensatori e da altri fattori minori. Nel caso di ricevitore provvisto di scala parlante con tratti di sintonia molto ridotti queste alterazioni riescono intollerabili, giacchè riescono a portare l'emittente fuori dal tratto indicatore.

83. Requisiti dei moderni condensatori variabili.

La capacità di un condensatore variabile è determinata, come è noto, dalla *superficie delle lamine affacciate* e dallo *spessore del dielettrico*, ossia dalla spaziatura esistente tra le lamine.

Il numero delle lamine, l'area delle loro superfici e la loro spaziatura devono venir equilibrati tra di loro, allo scopo di poter ottenere un condensatore variabile adeguato alle necessità degli attuali apparecchi. Tali necessità si possono riassumere come segue:

- a) rigidità meccanica massima;
- b) costanza del valore capacitativo;
- c) minimo ingombro.

In pratica occorre aggiungere anche il fattore costo, che non è indifferente.

La *rigidità meccanica* è indispensabile sia per evitare che il condensatore possa deformarsi durante il tempo, e quindi determinare variazioni di frequenza e quindi perdita di taratura della scala parlante, sia per evitare il pericolo della microfonicità. Aumentando la *spaziatura delle lamine* occorre o aumentare la lunghezza del condensatore o aumentare le superfici delle lamine stesse. Nel primo caso, aumentando la lunghezza le possibili deformazioni dello statore e del rotore aumentano con il cubo. Occorre quindi evitare quanto più è possibile di aumentare la lunghezza del condensatore. Aumentando l'area delle superfici affiancate aumentano le deformazioni e le vibrazioni delle lamine. Tale aumento è tanto più notevole quanto maggiore è il rapporto del raggio delle lamine per il diametro dell'asse.

Le *deformazioni delle lamine* dovute a variazioni di temperatura, a scosse meccaniche, ecc., sono tanto maggiori quanto maggiore è la loro superficie. La microfonicità è pure maggiore quando le lamine sono grandi, essendo più facile che possano entrare in vibrazione.

Per soddisfare ai tre requisiti sopra detti occorre che le lamine di un dato condensatore di capacità determinata siano piccole, poco numerose e poco distanziate. Solo in questo modo è possibile ottenere, per applicazioni su radiricevitori normali, dei condensatori che presentino massima rigidità meccanica e minimo ingombro. La *costanza del valore capacitativo*, che rappresenta un requisito fondamentale per i condensatori moderni, è essa pure conseguenza della rigidità meccanica, e ciò in gran parte:

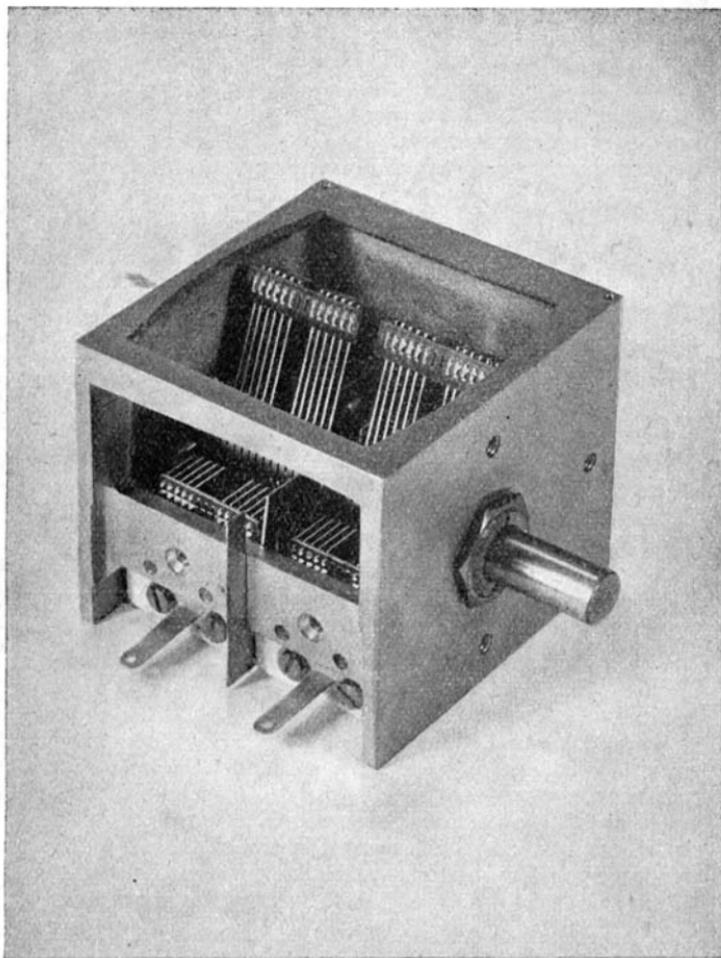


Fig. 112. - Condensatore variabile per radiorecettori. (Lo schermo è stato levato per far vedere le lamine).

Non si può limitare troppo l'area delle superfici affacciate, ossia delle lamine, perchè diversamente occorre aumentare il loro numero, ciò che non conviene per non allungare il condensatore. Non si può neppure diminuire troppo la spaziatura, dato che essa è determinata dalla tensione di lavoro. Anche quando la tensione di lavoro è molto piccola, non si può diminuire troppo la spaziatura per-

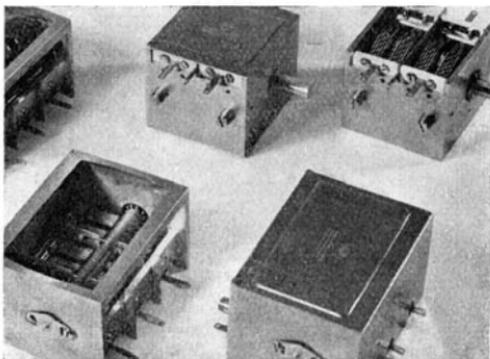


Fig. 113. - Alcuni esempi di condensatori variabili.

chè diversamente la lavorazione risulterebbe eccessivamente difficile, data l'enorme precisione necessaria per centrare esattamente le varie lamine.

È perciò che la spaziatura migliore, per i condensatori variabili da ricevitori normali, è di 0,335 mm. Tale spaziatura consente, quando siano impiegate macchine di elevata precisione, di ottenere la lavorazione in serie di condensatori con lamine perfettamente centrate. Una spaziatura minore richiederebbe una precisione eccessiva per usi industriali, ed eleverebbe immediatamente il prezzo di costo dei condensatori stessi.

Stabilita la spaziatura, determinata non più dalla tensione di lavoro ma dalle possibilità meccaniche disponibili, risulta immediatamente stabilita la *lunghezza del variabile*, dato che anche l'area delle superfici affacciate è conseguenza della spaziatura (spessore del dielettrico). La su-

perficie delle lamine non può venir aumentata oltre un certo valore e non può neppure venir diminuita. Vi è per essa un valore ottimo, che va accettato.

Risulta da quanto detto che il condensatore variabile meglio adatto per gli apparecchi attuali deve essere piccolo, con spaziatura ridotta al minimo, onde diminuire il numero delle lamine e la loro superficie. Un condensatore simile risulta di minimo ingombro, e di costo limitato. È però indispensabile poter effettuare la sua costruzione con attrezzi e macchine di elevata precisione. Ecco perchè i condensatori variabili attuali sono alquanto più precisi di quelli in uso alcuni anni or sono.

La stabilità della capacità è assicurata, oltre che dalla rigidità meccanica, anche dalla anigroscopicità e dal basso coefficiente di temperatura dai supporti isolanti, che perciò sono in ceramica o minium.

84. Compensatori.

Durante i primi tempi della supereterodina i soli compensatori usati erano quelli del tipo *a pressione*, detti anche

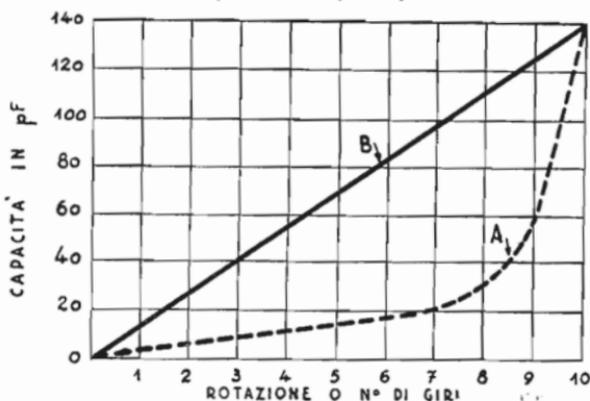


Fig. 114. - A) curva di variazione dei compensatori a pressione; B) curva di variazione lineare di capacità.

compensatori a libretto, nei quali le armature separate da foglietti di mica venivano più o meno strette in modo da

variarne la capacità. Sono in uso ancora nei moderni apparecchi, particolarmente dove la perfetta stabilità dell'accordo non è strettamente indispensabile.

Gli svantaggi principali dei compensatori a pressione si possono riassumere così: anzitutto la loro stabilità è relativa perchè affidata all'elasticità delle armature, inoltre risentono facilmente le variazioni dell'umidità ambiente, infine la variazione di capacità avviene troppo lentamente durante un primo tempo, e troppo rapidamente durante il tempo successivo. La curva A della fig. 114 indica la variazione di capacità dei compensatori a pressione.

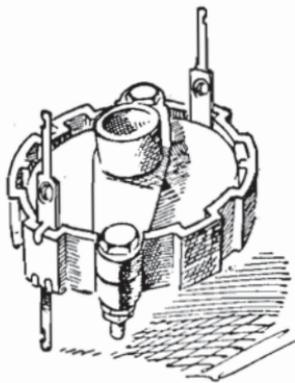


Fig. 115. - Compensatore a variazione lineare di capacità, a dielettrico ipertrolitul.

Sono stati perciò creati dei compensatori a variazione lineare, ossia dei minuscoli condensatori variabili, con lamine fisse e lamine mobili, separate tra di loro da dielettrico ipertrolitul in fogli sottilissimi. Sono racchiusi in custodie pure di ipertrolitul, e ciò impedisce che l'umidità ambiente possa avere

effetto sopra di essi. La retta B della fig. 114 indica la legge di variazione di simili compensatori; la fig. 115 indica uno dei tipi più usati.

Nei ricevitori d'alta qualità vengono impiegati dei compensatori ad aria, di piccolissime dimensioni, di grande efficienza e di elevatissima stabilità. Questi compensatori richiedono una regolazione assai accurata, e ciò per il fatto che la loro capacità passa dal minimo al massimo con un solo mezzo giro, come avviene per tutti i condensatori variabili. La messa a punto riesce abbastanza difficile, essendo necessari movimenti piccolissimi. Per facilitare l'accordo sono stati realizzati dei compensatori ad aria con verniero; mediante questo verniero è possibile ottenere delle correzioni assai piccole di capacità.

La tendenza attuale è di rendere piccola la variazione di capacità ottenibile con i compensatori ad aria. Generalmente

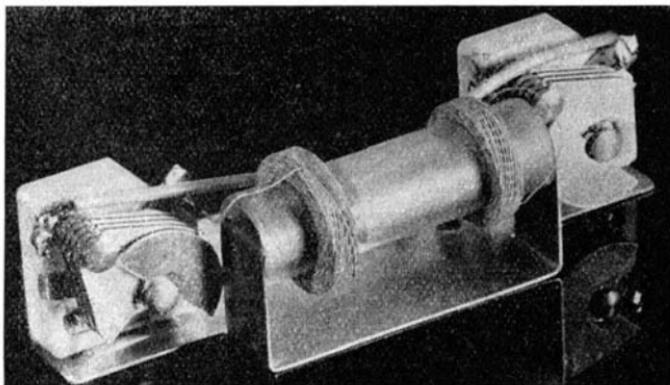


Fig. 116. - Compensatori ad aria di tipo normale, su basette di materiale ceramico, usati in un trasformatore di media frequenza.

perciò questi compensatori devono venir collocati in parallelo a capacità fisse, e servono appunto per compensare quest'ultime, come nel caso dei condensatori allineatori (padding).

Se il condensatore fisso è di capacità assai vicina a quella richiesta, basta collegare in parallelo un compensatore di piccola capacità per ottenere la necessaria taratura. L'uso dei compensatori a variazione lineare e di compensatori ad aria porta come conseguenza la necessità di adoperare condensatori fissi tarati, e della cui invariabilità si possa essere certi.

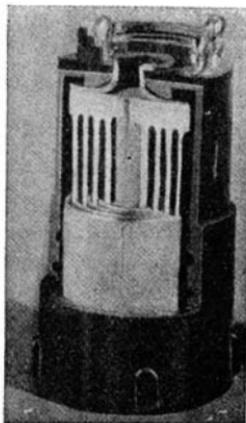


Fig. 117. - Compensatore ad aria a lamine cilindriche rientranti.