

DOVE SI PARLA DEL CINEMATOGRAFO, DEL GIUOCO DELLA DAMA E DELLA BOXE.

Dopo la descrizione particolareggiata del funzionamento dell'amplificatore a resistenze, nella precedente conversazione l'autore potè accennare facilmente agli amplificatori della stessa specie; con la stessa facilità potrà ora esporre il principio dell'amplificatore a trasformatore. Col presente dialogo potrebbe così terminare la serie di lezioni: effettivamente sono ormai stati trattati i principali sistemi di ricezione nei loro elementi.

Tuttavia, affinché il lettore possa giudicare con piena conoscenza di causa, l'autore farà ora chiacchierare lo zio ed il nipote sui difetti degli amplificatori e sui metodi moderni più adatti per ovviarli: neutralizzazione e cambiamento di frequenza (metodo supereterodina). Così il lettore che avrà seguito fin dal principio queste conversazioni, terminando il suo viaggio nel paese miracoloso della radio, potrà dire: « Ho visto tuttociò che vi era da vedere! ».

Una pellicola comica e... ridicola.

CUR. - ... Ho riso, sai, e molto, al cinematografo ieri. Soprattutto poi mi son divertito nel vedere quella scena in cui Charlot spara una fucilata contro una porta socchiusa, e questa, spinta dal proiettile, sbatte contro il muro un disgraziato giovanotto.

RAD. - Comica deve essere stata certamente, quantunque non verosimile.

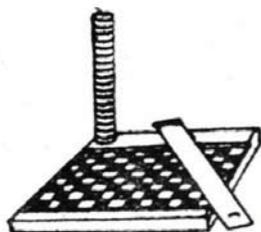
CUR. - Ma perchè non verosimile? Forse che un proiettile così veloce non è capace di far muovere una porta?

RAD. - E' proprio a cagione della sua velocità che non può farlo. La porta è abbastanza pesante ed ha



quindi una inerzia sufficiente perchè il proiettile veloce «non abbia il tempo» per smuoverla. Più verosimilmente esso penetrerà nel legno facendo appena tremare un po' la porta stessa.

CUR. - Se avessi un fucile, vorrei proprio provare.



RAD. - Non c'è affatto bisogno del fucile per farne la prova. Piuttosto osserva: pongo una sopra l'altra (fig. 74) alcune pedine del giuoco della dama. Ora con la stecca a piatto dò un rapido colpo alla pedina inferiore: hai visto che questa è saltata via mentre le altre sono rimaste una sopra l'altra a posto. Provo un'altra volta, ma con un colpo meno rapido: vedi come tutta la nostra torre è crollata?

CUR. - E' divertente.

RAD. - Non solo divertente, ma anche utile, perchè avevo precisamente intenzione di parlarti degli amplificatori ad impedenza.

CUR. - Oh! ancora una parola nuova. Credevo di averla finita con questi neologismi, ma invece me ne fai continuamente inghiottire uno di nuovo!

RAD. - Tuttavia la parola «impedenza» è utilissima: essa designa la somma delle resistenze incontrate da una corrente in una parte qualunque di un circuito.

CUR. - Mi pare che esista solo una specie di resistenze, cioè quella dei fili metallici con la loro proprietà di lasciare agli elettroni il passaggio più o meno libero per saltare da un atomo all'altro.

RAD. - Ti sbagli, nipote mio. Ciò è vero solamente per la corrente continua. Non devi dimenticare che la corrente alternata invece attraversa anche i condensatori, come ti ho spiegato la volta scorsa: dunque questo passaggio attraverso ai condensatori può riuscire alla corrente più o meno facile.

CUR. - Sì, sì, me lo ricordo: mi hai anche detto che quanto più è grande la frequenza e tanto più facilmente la corrente attraversa il condensatore. Mi hai anzi dimostrato che, per facilitare il passaggio di una corrente a bassa frequenza, bisogna adoperare dei condensatori di grande capacità.

RAD. - Perfettamente. Vedi quindi che esiste anche una resistenza di capacità o, come vien chiamata, una «capacitanza». Ma non basta: chè esiste una terza specie di resistenza di cui non ho ancora avuto occasione di parlarti.

CUR. - Diavolo! Non si incontrano che degli ostacoli nella vita e... nella radio!

RAD. - Che filosofia pessimista! La terza specie di resistenze è l'inerzia dell'autoinduzione. Allo stesso modo che un proiettile veloce non può smuo-

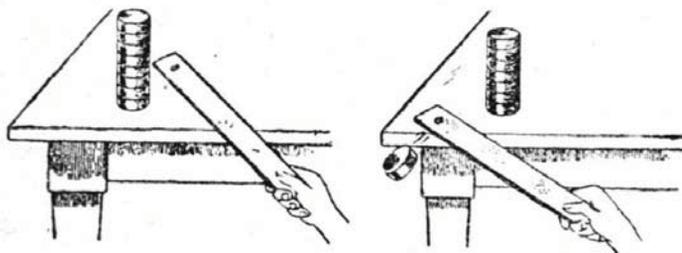


FIG. 74. — Esperienza che mette in evidenza il fenomeno dell'inerzia.

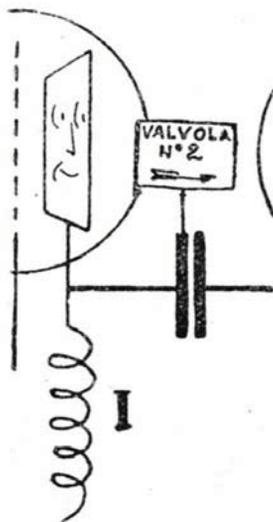
vere una poria pesante, anche una corrente alternata ad alta frequenza non può mettere in moto gli elettroni in una bobina di elevata autoinduzione. Dunque una corrente ad alta frequenza attraversa difficilmente le bobine di elevata autoinduzione perchè quest'ultima è assai simile all'inerzia e, più la frequenza è alta o maggiore è l'autoinduzione, e tanto più notevole è la resistenza della bobina, o, come si suol dire, la sua «induttanza».

Altri amplificatori in «enza» ed «anza»...

CUR. - E la somma di queste «anze» ed «enze» sarebbe quindi l'impedenza?

RAD. - Non la loro somma aritmetica, ma in ogni caso la loro risultante (1). Vedi che l'impedenza è la

(1) Diamo ancora una volta soddisfazione ai dilettanti di matematiche. Se rappresentiamo con R la resistenza, con L l'autoinduzione, con C la capacità di un circuito o di una



principale specie di resistenze. L'amplificatore a resistenze che abbiamo studiato l'ultima volta non è che una delle specie dell'amplificatore ad impedenza. Ma si può sostituire la resistenza del suo circuito di placca con un'altra impedenza, ad esempio con l'induttanza I (fig. 75): se questa è sufficientemente forte si produrrà alle sue estremità una tensione alternata che noi potremo trasmettere a mezzo di un condensatore C alla griglia della valvola seguente, come si farebbe per un amplificatore a resistenze. La sola differenza è che ora la corrente continua di placca può essere più intensa poiché la resistenza della bobina è relativamente assai piccola in rapporto a quella adoperata nell'amplificatore a resistenze.

CUR. - Quindi, se ho ben compreso, tu asserisci che la sola differenza tra gli amplificatori a resistenze e quelli ad induttanza consiste nell'intensità della corrente anodica; purtuttavia mi pare che ci sia ancora un'altra differenza e ben più importante.

RAD. - E' vero: ma riesci ad indovinarla?

CUR. - Senti: mentre negli amplificatori a resistenze la bassa frequenza non si distingueva dall'alta frequenza che per una maggiore capacità del condensatore di accoppiamento, sarebbe, secondo me, necessario avere negli amplificatori ad induttanza anche una maggiore autoinduzione per l'amplificazione in bassa frequenza.

parte di esso e con F la frequenza della corrente che lo percorre, e se noi poniamo $\omega = 2\pi F$,

la induttanza è $L\omega$ e la capacitanza $-\frac{1}{C\omega}$.

Si ha allora:

Per una bobina ed un condensatore in serie

$$\text{impedenza} = \sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$

e per una bobina ed un condensatore in parallelo,

$$\text{impedenza} = \frac{\sqrt{R^2 + L^2\omega^2}}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2} + C\omega}$$

RAD. - Perfettamente: hai ragione perchè proprio un momento fa abbiamo detto che per sbarrare la via alle correnti a bassa frequenza è necessario

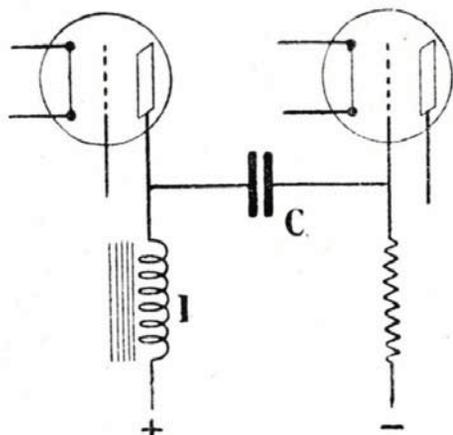


FIG. 75. — Principio di accoppiamento mediante l'impedenza I messa nel circuito di placca.

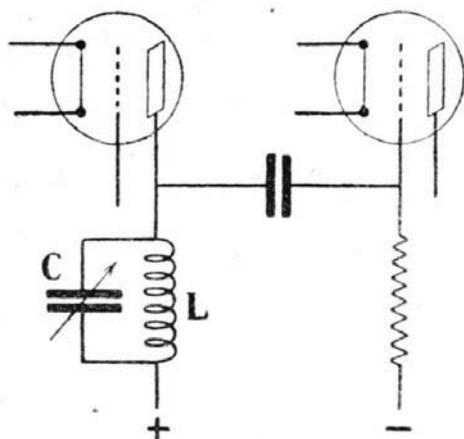


FIG. 76. — Principio di accoppiamento a circuito accordato (circuito tampone). Gli amplificatori così accoppiati si chiamano « a risonanza ».

avere un'induttanza più elevata. Così, per non dover costruire delle bobine troppo voluminose, le induttanze per amplificatori per bassa frequenza si





costruiscono con un nucleo di ferro: ciò serve ad aumentare l'autoinduzione. Del resto si adopera spesso questo metodo anche per gli amplificatori per alta frequenza.

Non sempre le idee di Curioso sono buone.

CUR. - Mi viene ora un'idea. Se facessimo gli amplificatori a capacitanza, sostituendo nell'amplificatore a resistenze la resistenza anodica con un piccolissimo condensatore? Mi pare che con ciò...

RAD. - Un momento! Dimentichi solo una cosa: se metti un condensatore nel circuito di placca la corrente continua non potrà in questo circolare, la placca non si potrà più rendere positiva in rapporto al filamento e... la valvola certo non funzionerà più.

CUR. - E' vero anche questo; proprio non lo rammentavo. Dunque in tutto noi conosciamo due tipi di amplificatore ad impedenza: con accoppiamento a resistenza, ed induttivo?

RAD. - Ce n'è tuttavia un terzo.

CUR. - So di avere una tal quale perspicacia, ma proprio questa volta non vedo come...

RAD. - Sta attento. E' possibile costruire un'impedenza di carattere tutto affatto speciale: una bobina ed un condensatore, i quali per conto proprio lascierebbero passare liberamente la corrente alternata, diventeranno per questa un ostacolo insormontabile in un certo caso.

CUR. - Ma quale sarà questo caso straordinario?

RAD. - Semplicemente quanto si accorda il circuito oscillante formato dalla bobina e dal condensatore sulla frequenza della corrente.

CUR. - Ma come avviene questo fenomeno strarissimo?

RAD. - Mi dispiace, ma la spiegazione abbisognerebbe di un ragionamento d'indole matematica (1).

(1) D'altro canto questo ragionamento matematico non spaventerà coloro che conoscano un po' le operazioni algebriche. Per semplificare supponiamo che la resistenza $R = 0$ (ipo-

Puoi accontentarti però di immaginare il fenomeno così. All'inizio la corrente ha messo in movimento gli elettroni nel circuito oscillante; dato che il periodo di questo è lo stesso di quello della corrente alternata, ogni volta che questa ultima vuole entrare nel circuito trova un'altra corrente di senso contrario che glielo impedisce.

CUR. - Proprio come se due pugilatori volessero darsi i pugni con lo stesso ritmo: ogni volta i pugni si incontrerebbero e nessuno dei due riuscirebbe mai a colpire il corpo avversario.

RAD. - Eh, non c'è che dire: il tuo esempio va proprio a pennello...

CUR. - Allora disegno senz'altro lo schema del terzo amplificatore ad impedenza. Introduco nel circuito di placca un circuito oscillante qualunque



tesi praticamente non realizzabile ma che può essere giustificata).

$$\text{Allora, perchè l'impedenza } \frac{\sqrt{L^2 \omega^2}}{C \omega \sqrt{\left(L \omega - \frac{1}{C \omega}\right)^2}} =$$

$$= \frac{L \omega}{\left(L \omega - \frac{1}{C \omega}\right) C \omega}$$

sia infinitamente grande basta che

$$L \omega \frac{1}{C \omega} = 0$$

<p>o $\frac{L C \omega^2 - 1}{C \omega} = 0$</p> <p>oppure $L C \omega^2 - 1 = 0$</p> $L C \omega^2 = 1$ $L C = \frac{1}{\omega^2}$ $\frac{1}{\omega} = \sqrt{L C}$ <p>ma $\omega = 2 \pi F$</p>	<p>dunque $\frac{1}{2 \pi F} = \sqrt{L C}$</p> $\frac{1}{F} = 2 \pi \sqrt{L C}$ <p>ma $\frac{1}{F} = T$ (Periodo)</p> <p>dunque finalmente</p> $T = 2 \pi \sqrt{L C}$
---	---

Ed otteniamo esattamente la formula di Thomson che ci dimostra che, affinchè l'impedenza sia grande, è necessario che i valori di L e di C sieno scelti in modo tale che il periodo proprio del circuito coincida con quello della corrente alternata.

... Che i lettori non matematici ci vogliano cordialmente perdonare una tale digressione.

LC (fig. 76). Quando lo accorderò sulla frequenza delle correnti da amplificare, la sua impedenza sarà maggiore e tutto andrà come per gli altri amplificatori ad impedenza.

RAD. - Sì, ma credi che sarebbe utile adoperarlo per l'amplificazione in bassa frequenza?

CUR. - Probabilmente no. Anzitutto... perchè me lo domandi tu: so che in questi casi fai di tutto per farmi sbagliare. Poi anche perchè, per realizzare l'accordo in bassa frequenza, avremmo bisogno certamente di bobine e di trasformatori enormi.

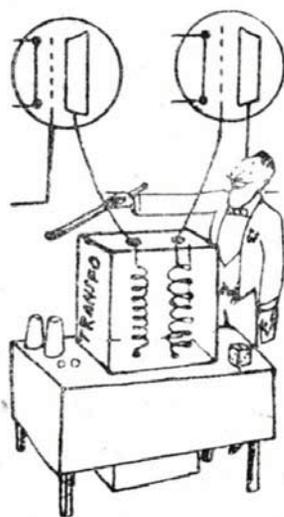
RAD. - C'è anche un'altra ragione. Non si deve dimenticare che questo amplificatore chiamato « a risonanza » amplifica solamente la frequenza su cui viene accordato il suo circuito oscillante. Ora, se adoperiamo un simile amplificatore per la bassa frequenza, esso non amplificherà che un solo tono, per esempio, di tutta la scala musicale, solamente qualche « do »; è certo che non darebbe soddisfazione alle nostre esigenze estetiche...

CUR. - In effetto questa non è una dote raccomandabile per un amplificatore a risonanza!

RAD. - Bravo! E invece è proprio quella la sua principale qualità! Certo non si userà per l'amplificazione in bassa frequenza (del resto per questa ce ne sono altri tipi molto adatti): in compenso questo dà degli apparecchi molto selettivi. Ripeto che non amplifica che una gamma assai limitata di frequenze, per non dire una sola: quindi accordandolo sull'onda che si desidera ricevere, ecco che tutte le altre che potrebbero disturbare vengono escluse dall'amplificazione. E ciò non ha poca importanza oggi in cui, con tante stazioni che trasmettono con lunghezze d'onda di poco differenti una dall'altra, sono necessari apparecchi molto selettivi: perciò l'amplificatore a risonanza è ora molto usato.

Vane speranze.

CUR. - Spero ora di conoscere davvero tutte le specie di amplificatori.



RAD. - Eh, no! Sai solo di quelli ad impedenza: non abbiamo parlato ancora di quelli a trasformatori.

CUR. - E che? Ancora un'altra storia nuova?

RAD. - Non tanto nuova come supponi, ch  il principale elemento di cui sono composti, cio  il trasformatore, gi  lo conosci.

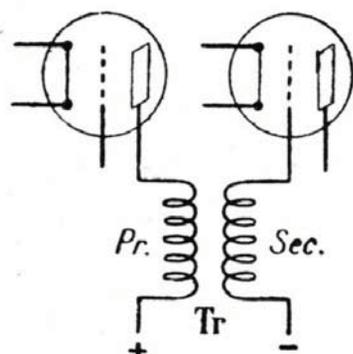


Fig. 77. -- Principio di accoppiamento a trasformatore.

CUR. - Non mi pare; ma che cos' ?

RAD. - Si chiama « trasformatore » un complesso di due bobine accoppiate induttivamente. Sai gi  che se una di queste bobine   percorsa da una corrente alternata, per induzione una corrente simile si forma anche nell'altra bobina.

CUR. - Lo ricordo perfettamente.

RAD. - Ora   stata un'idea semplice quella di intercalare una bobina del trasformatore nel circuito di placca d'una valvola e l'altra nel circuito di griglia di quella seguente (fig. 77). Allora ogni variazione di corrente nel primo avvolgimento (che chiameremo « primario ») provocher  un movimento di elettroni nel secondo avvolgimento (il « secondario »): il potenziale della griglia varier  e la seconda valvola funzioner  come amplificatrice.

CUR. - Questo sistema di accoppiamento fra le due valvole non potrebbe essere pi  semplice. Ma gli amplificatori di questo tipo si possono usare sia per l'alta che per la bassa frequenza?





RAD. - Capirai subito che no. Ordinariamente il primario e il secondario d'un trasformatore per bassa frequenza sono a molte spire e a nucleo comune di ferro. E basta dire, a proposito di quest'ultimo, che esso aumenta l'induzione delle correnti a bassa frequenza. Per l'amplificazione in alta frequenza si usano pure, talvolta, trasformatori a nucleo di sottilissime lamine di ferro, ma non funzionano bene. Anzi, come ti spiegherò più tardi, è proprio per questo loro cattivo funzionamento che vengono adoperati.

CUR. - Ma va! Mi fai ridere!

RAD. - No, no, dico davvero. Del resto, generalmente si usano per l'alta frequenza trasformatori

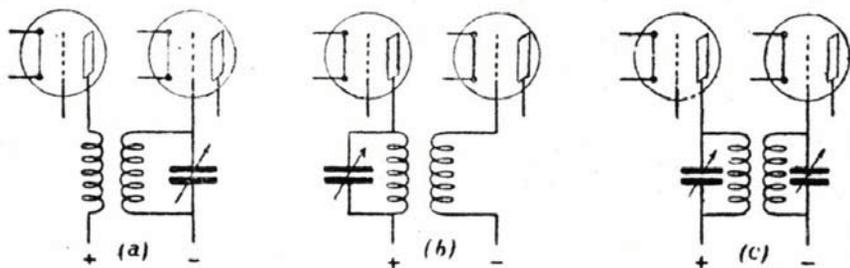


FIG. 78. — Amplificazione in alta frequenza mediante trasformatore a secondario accordato in (a); a primario accordato in (b); a primario e secondario accordati in (c). Il sistema (a) è quello che, pur essendo il più semplice, dà i migliori risultati.

a secondario accordato (fig. 78), a primario accordato e talvolta pure a primario e secondario accordati. Questi trasformatori vanno assai meglio e ne capirai il perchè se pescherai nei tuoi ricordi a proposito della risonanza. Hanno il vantaggio di render gli apparecchi più selettivi.

CUR. - Ma allora si può sapere qual'è, in fine, il miglior tipo di amplificatore?

RAD. - Abbiamo chiacchierato anche troppo oggi: non ti pare che sarebbe bene se intanto ti digerissi tutto questo po' po' di roba?