

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA NAZIONALE  
DEI LINCEI

ANNO CCCXXI  
1924

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1924

**Fisica.** — *Limiti e condizioni di una buona ricezione in radiotelegrafia.* Nota del Socio O. M. CORBINO <sup>(1)</sup>.

In una Memoria del 1905 <sup>(2)</sup> ebbi ad esaminare le proprietà spettroscopiche della luce omogenea avente una intensità periodicamente variabile, corrispondente a una espressione analitica del tipo

$$(1) \quad s = \varphi(t) \text{ sen } \omega t$$

dove  $\varphi(t)$  che rappresenta l'ampiezza dello spostamento luminoso varia con un periodo  $T$  grandissimo rispetto a quello  $\frac{2\pi}{\omega}$  della vibrazione luminosa.

Si tratta cioè, come si direbbe in termini divenuti frequenti dopo la scoperta della radiotelegrafia, di un'onda « modulata ».

La funzione  $s$  che rappresenta la vibrazione può essere scomposta analiticamente dando luogo, per  $\varphi(t) = A \cos \gamma t$ , alla espressione

$$s = a \text{ sen } \omega_1 t + a \text{ sen } \omega_2 t$$

dove si ha

$$a = \frac{A}{2} \quad ; \quad \frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \omega \quad ; \quad \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} = \gamma.$$

Ciò significa che la vibrazione ad ampiezza variante sinusoidalmente è decomponibile in due vibrazioni di ampiezza costante e di periodo leggermente diverso da quello della vibrazione primitiva. È l'inversione del fenomeno dei battimenti, per il quale si ottiene un suono unico di intensità periodicamente variabile per effetto della sovrapposizione di due suoni di frequenza diversa. E perciò se la luce è costituita da una vibrazione omogenea di ampiezza variabile sinusoidalmente, e la si osserva con uno spettroscopio di sufficiente potere separatore, al posto della riga luminosa corrispondente alla luce di ampiezza costante si osserverà una doppietta costituita da due righe simmetricamente disposte rispetto alla riga primitiva.

Al variare del periodo di modulazione, cioè del periodo di  $\varphi(t)$ , si allontanano o si avvicinano le componenti della doppietta, che saranno tanto più distanti quanto più elevata è la frequenza modulatrice di  $\varphi(t)$ .

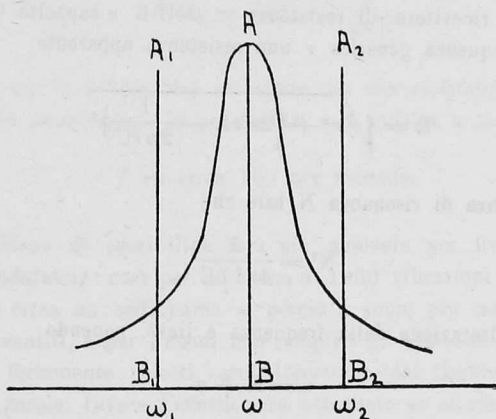
Altri modi di scomposizione della (I) furono allora esaminati, per lo studio di alcuni casi speciali; ma allo scopo della presente Nota basta il

<sup>(1)</sup> Presentata nella seduta del 4 novembre 1923.

<sup>(2)</sup> Rend. Lincei, vol. XIV, 1° sem., pag. 332 (1905).

richiamo sopra riportato; esso ci permetterà di fare alcune considerazioni degne di nota sulle condizioni e sui limiti di una buona ricezione radiotelefonica.

Invero l'onda elettrica emessa da un'antenna radiotelefonica, e ottenuta per modulazione a mezzo di un microfono di onde persistenti, può essere rappresentata dalla (I). L'apparecchio ricevitore, attraverso a una serie di amplificatori, è in fondo un sistema oscillante perfettamente accordato con l'onda *non modulata*, di pulsazione  $\omega$ . Esso risponderà con intensità mutevole secondo la curva di risonanza alle onde di frequenza diversa da  $\frac{\omega}{2\pi}$ .



Ma poichè la trasmissione radiotelefonica implica necessariamente l'intervento della modulazione, cioè dell'ampiezza variabile  $\varphi(t)$ , non è più un'onda sinusoidale che arriva sul ricevitore e in risonanza con questo, ma due onde distinte di ampiezza costante, e di periodo diverso da quello di risonanza. E se le due onde (che per l'analogia con l'ottica chiamerò le componenti della doppietta) sono molto lontane, e quindi non impegnano il ricevitore sintonico nella zona di grande sensibilità per risonanza, ne risulterà una scarsa e in taluni casi una praticamente nulla sensibilità di audizione, pur essendo il ricevitore perfettamente accordato all'onda non modulata del trasmettitore.

Sia la curva di risonanza del ricevitore quella della fig. 1.

Nelle condizioni di perfetta sintonia la posizione della riga rappresentativa dell'onda non modulata è la centrale AB corrispondente alla pulsazione  $\omega$ ; per essa si ha la risonanza massima. Ma intervenendo la modulazione l'onda incidente si scinde in due di pulsazioni  $\omega_1$ , e  $\omega_2$ , rappresentate dalle righe  $A_1B_1$ ,  $A_2B_2$  e per esse la capacità di ricezione nel ricevitore è no-

tevolmente minore. Dipendentemente dalla ampiezza dell'intervallo  $B_1 B_2$ , cioè di  $\omega_2 - \omega_1$ , e perciò della frequenza  $f$  del suono modulatore

$$\left( f = \frac{\omega_2 - \omega_1}{2\pi} \right),$$

e in relazione alla maggiore o minore acutezza della curva di risonanza si potrà avere una buona o una cattiva ricezione.

Dalla esistenza teorica dell'effetto discusso non si può dubitare dopo quanto si è detto. Rimane solo da ricercare se l'effetto si produrrà praticamente in misura apprezzabile, e quali ne saranno le manifestazioni.

Il circuito ricevitore, di resistenza  $r$ , self  $L$  e capacità  $C$ , presenterà alle onde di frequenza generica  $\nu$  una resistenza apparente

$$R = \sqrt{r^2 + \left( 2\pi\nu L - \frac{1}{2\pi\nu C} \right)^2}$$

con una frequenza di risonanza  $N$  tale che

$$N^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}.$$

Poichè l'alterazione della frequenza è lieve, ponendo

$$\nu = N + n$$

sarà  $n$  piccolissimo rispetto a  $N$ ; ne risulta

$$R = \sqrt{r^2 + 16\pi^2 L^2 n^2}$$

e perciò la resistenza per l'onda  $N + \nu$  sarà rispetto a quella minima  $r$  di risonanza in un rapporto  $m$  dato da

$$(2) \quad m = \frac{R}{r} = \sqrt{1 + 16\pi^2 \frac{L^2}{r^2} n^2}.$$

Si osservi, d'altra parte, che se il suono modulatore ha una certa frequenza  $f$ , le due componenti sinusoidali dell'onda modulata avranno fra loro una differenza  $f$  fra le rispettive frequenze, e una differenza  $\frac{f}{2}$  fra la frequenza di ciascuna e quella dell'onda modulata. Per esempio, se il suono modulatore ha una frequenza di 1000, si avrà per la formola (2)

$$m = \sqrt{1 + 16\pi^2 \frac{L^2}{r^2} \cdot 500^2}.$$

Viceversa, poichè si deduce dalla (2)

$$n = \sqrt{m^2 - 1} \frac{r}{4\pi L},$$

si può calcolare per quale frequenza  $f$  del suono modulatore si ha un accrescimento di  $m$  volte nella resistenza del ricevitore, cioè una riduzione a  $\frac{1}{m}$  della sua sensibilità.

Si ottiene

$$f = 2n = \sqrt{m^2 - 1} \frac{r}{2\pi L}.$$

Pertanto se la bobina del ricevitore ha una resistenza di 0,2 ohm e la self di 500 microhenry, la sensibilità sarà ridotta a metà ( $m = 2$ ) per

$$f = \text{circa } 160 \text{ per secondo.}$$

La riduzione di sensibilità sarà più notevole per frequenze più alte del suono modulatore: così per un suono di 1000 vibrazioni la sensibilità si ridurrebbe a circa un sedicesimo e perciò i suoni più acuti saranno più difficilmente sentiti, e per i suoni non semplici gli armonici di grado elevato saranno più fortemente ridotti, con alterazione del timbro e difficoltà di percepire le parole. Invece l'effetto sarà attenuato se si ricorre a ricevitori con self non elevata, ciò che avviene più facilmente qualora la frequenza dell'onda di sostegno sia alquanto elevata.

Da ciò la convenienza, che la pratica ha già riconosciuto, di trasmettere con onde quanto più corte è possibile.

Risulta inoltre che l'audizione sarà migliorata rendendo, in ogni caso, meno acuta la curva di risonanza del ricevitore, cioè (a parità di resistenza ohmica e di lunghezza d'onda) accrescendo la capacità e diminuendo la self del risonatore. Anche questa conseguenza sembra conforme ai risultati della pratica.

Ritengo che le considerazioni esposte in questa Nota, e che per le mie attuali condizioni non posso controllare se siano del tutto nuove, vadano tenute presenti nell'esame delle varie singolarità che presenta praticamente la radiotelegrafia.