

Circuiti risonanti - L'elemento fondamentale per la produzione e la successiva rivelazione di onde e.m. è il **circuito risonante**.

I sistemi risonanti sono già stati incontrati più volte in altri campi della fisica. Un sistema risonante è un pendolo o una molla con una massa appesa. Un sistema risonante è una corda vibrante o un diapason.

Tutti i sistemi risonanti sono sistemi che hanno una particolare frequenza di oscillazione detta appunto **frequenza di risonanza** e sono in grado di accumulare energia dall'esterno anche in piccolissime quantità se questa energia viene fornita alla loro frequenza di risonanza.

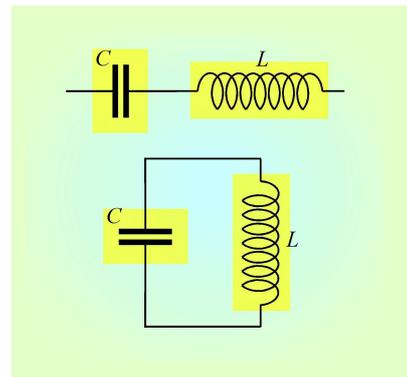
Si può realizzare un sistema elettrico risonante, utilizzando una rete composta da un condensatore e da un induttore posti in serie o in parallelo (circuiti LC): fig.2.2.3).

Nel caso ideale di assenza di resistenze che dissipano energia, le equazioni che governano le grandezze elettriche sono semplici e le soluzioni immediate.

Supponiamo che il condensatore del circuito LC parallelo di fig. 2.2.3) abbia una carica iniziale Q ed inizi a scaricarsi sull'induttore provocando la corrente $i_L(t)$.

Download rilasciato per esclusivo uso personale e non per uso commerciale

Fig.2.2.3) - Circuiti LC serie e parallelo. Questi circuiti hanno una loro frequenza di risonanza determinata dai valori di L e di C .



La 2° legge di Kirkhhoff applicata alla maglia, tenendo conto dei segni opposti delle tensioni, si scrive:

$$-L \frac{di_L(t)}{dt} - v_c(t) = 0 \quad \Rightarrow \quad L \frac{di_L(t)}{dt} + \frac{Q(t)}{C} = 0 \quad 2.2.10)$$

Ricordando la definizione di corrente elettrica $i(t) = dQ(t)/dt$ quella relazione diventa:

$$L \frac{d^2 Q(t)}{dt^2} + \frac{Q(t)}{C} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{d^2 Q(t)}{dt^2} = -\frac{1}{LC} Q(t) \quad 2.2.11)$$

L'equazione 2.2.11) così ottenuta è formalmente identica all'equazione di un moto armonico:

$$a = -\omega^2 x \quad \Rightarrow \quad \frac{d^2 x(t)}{dt^2} = -\omega^2 x(t) \quad 2.2.12)$$

L'equazione del moto armonico descrive lo spazio percorso, mentre l'equazione del circuito LC descrive l'andamento della carica ai capi del condensatore.

Poiché le due equazioni sono matematicamente identiche esse ammettono entrambe la stessa soluzione, una soluzione oscillante:

$$x(t) = x_0 \cdot \text{sen } \omega \cdot t \quad (\text{per il moto armonico}) \quad 2.2.13\text{a}$$

$$Q(t) = Q_0 \cdot \text{sen } \omega \cdot t \quad (\text{per il circuito } LC) \quad 2.2.13\text{b}$$

con l'unica condizione che per il termine ω nella 2.2.13)b valga la:

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} \quad \Rightarrow \quad T = 2\pi\sqrt{LC} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}} \quad 2.2.14)$$

In conclusione, il circuito LC è un circuito oscillante nella carica Q (e quindi nella corrente i) con una frequenza di risonanza f data dalla 2.2.14).

Modellisticamente parlando, l'energia del campo elettrico del condensatore si scarica nell'induttore trasformandosi in energia del campo magnetico, che ritorna poi a caricare il condensatore ritrasformandosi in energia del campo elettrico e così via.

Naturalmente, nel caso reale sono sempre presenti delle resistenze, anche nei migliori conduttori, per cui, in assenza di apporto di energia esterna, le oscillazioni del circuito risultano smorzate.

Se eccitato con elevate energie, come nel generatore ad alta tensione di Hertz, ad ogni scarica della scintilla, il circuito risonante oscillerà, emettendo onde e.m. smorzate di frequenza uguale alla sua frequenza di risonanza.

Se ad un circuito risonante ricevitore, arriva energia esterna alla frequenza di risonanza, esso risponde con oscillazioni sempre crescenti accumulando l'energia che lo ha investito fino a quando si stabilisce un equilibrio fra l'energia in ingresso e le perdite dissipative dovute ai componenti reali presenti.

Un rivelatore di onde e.m. che comprenda un circuito risonante, risponderà quindi in larga misura, soltanto all'energia che arriva con la sua frequenza di risonanza, restando virtualmente insensibile ad onde e.m. di altra frequenza.

Modificando i valori L e C del circuito, la frequenza di risonanza può essere variata in accordo con la 2.2.14) ed in questo modo il rivelatore può essere *sintonizzato* su altre frequenze.

Download rilasciato per esclusivo uso personale e non per uso commerciale