

## Rilievo della curva di risonanza di un circuito LC

Fisichella Vincenzo

Università degli studi di Catania  
Dipartimento di Fisica e Astronomia

✓ Cenni teorici.

I circuiti elettrici quando vengono attraversati da correnti alternate danno risultati differenti rispetto a quando sono attraversati da correnti continue. Esaminiamo brevemente come Resistenze, Condensatori e Induttanze si comportano quando si lavora in regime sinusoidale:

**CASO 1;** in una resistenza pura la corrente che la attraversa e la tensione ai suoi capi sono in fase; la resistenza apparente ( $Z_R$ ) vale R:

$$Z_R = R \quad \varphi_R = 0$$

**CASO 2;** la corrente che scorre in un condensatore è in anticipo di  $90^\circ$  sulla tensione applicata ai suoi estremi; la resistenza apparente (reattanza capacitiva  $X_C$ ) vale l'inverso del prodotto della pulsazione della tensione alternata per la capacità:

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad \varphi_C = \frac{\pi}{2}$$

**CASO 3;** la corrente che scorre in un induttanza è in ritardo di  $90^\circ$  sulla tensione applicata ai suoi estremi; la resistenza apparente (reattanza induttiva  $X_L$ ) vale il prodotto della pulsazione della tensione alternata per il coefficiente di autoinduzione L:

$$X_L = \omega L \quad \varphi_L = -\frac{\pi}{2}$$

Quando questi tre elementi fanno parte di uno stesso circuito siamo in presenza di un circuito RLC ed a seconda della loro disposizione può essere *serie* o *parallelo*. Come si nota dalle relazioni precedenti reattanza induttiva e capacitiva dipendono da  $\omega$  ed in particolare queste variano in senso opposto l'una rispetto all'altra. L'impedenza in un circuito RLC si può determinare sfruttando la regola dei fasori:

$$Z = \frac{\Delta V_{\max}}{I_{\max}} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

pertanto la massima corrente sarà data da:

$$I_{\max} = \frac{\Delta V_{\max}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

Per quel particolare valore  $\omega_0$  di  $\omega$  per cui si verifica  $X_L = X_C$  siamo in condizioni di *Risonanza*, ovvero il circuito è puramente resistivo e si ha il massimo passaggio di corrente. Esplicitando  $X_L$  ed  $X_C$  si può ricavare la pulsazione di risonanza:

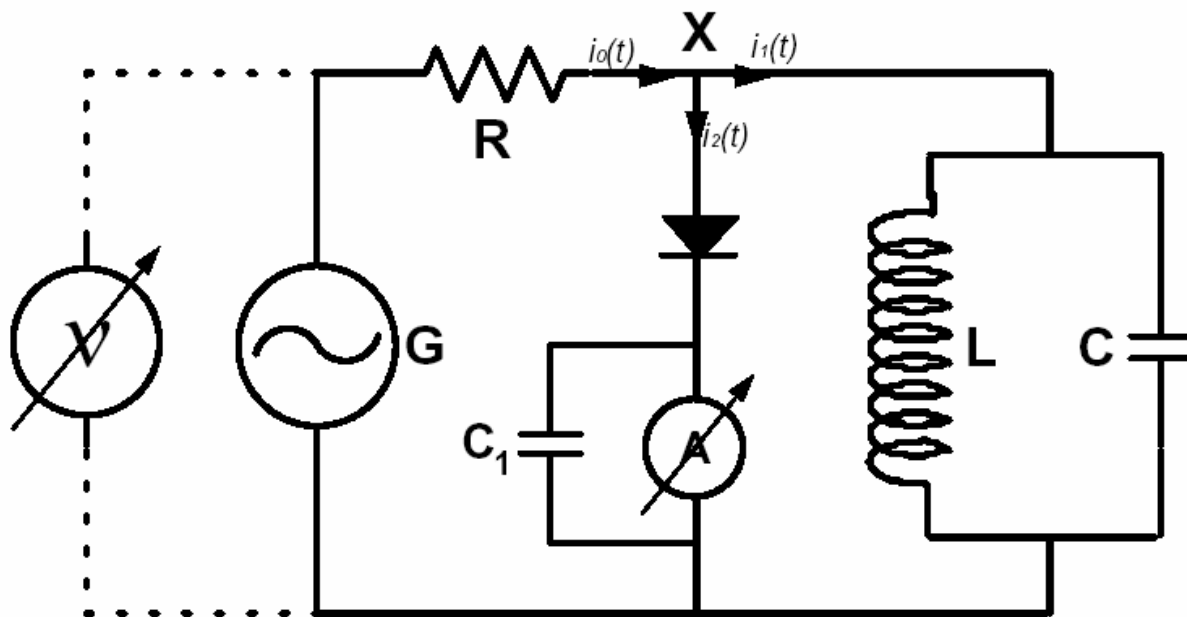
$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C} \Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

✓ Obiettivo dell'esperienza.

L'obiettivo di tale esperimento è quello di tracciare la curva di risonanza,  $I_2$  in funzione di  $\omega$ , individuare il valore della frequenza di risonanza  $\omega_0$  e determinare il coefficiente di autoinduzione  $L$  dalla relazione:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Faccio notare che il circuito sotto esame è un circuito LC parallelo come quello mostrato in figura sotto:



ma lo si può tranquillamente studiare come se fosse un circuito RL in serie con C in parallelo dato che i fili di collegamento e quindi l'induttanza (essendo anch'essa costituita da un filo avvolto) hanno una loro resistenza, pertanto le relazioni sopra citate sono valide.

✓ Descrizione dell'esperienza.

Dal circuito sopra si evincono alcuni particolari che ai fini dell'esperienza hanno un'importanza notevole. L'esperienza prevede la variazione della frequenza del

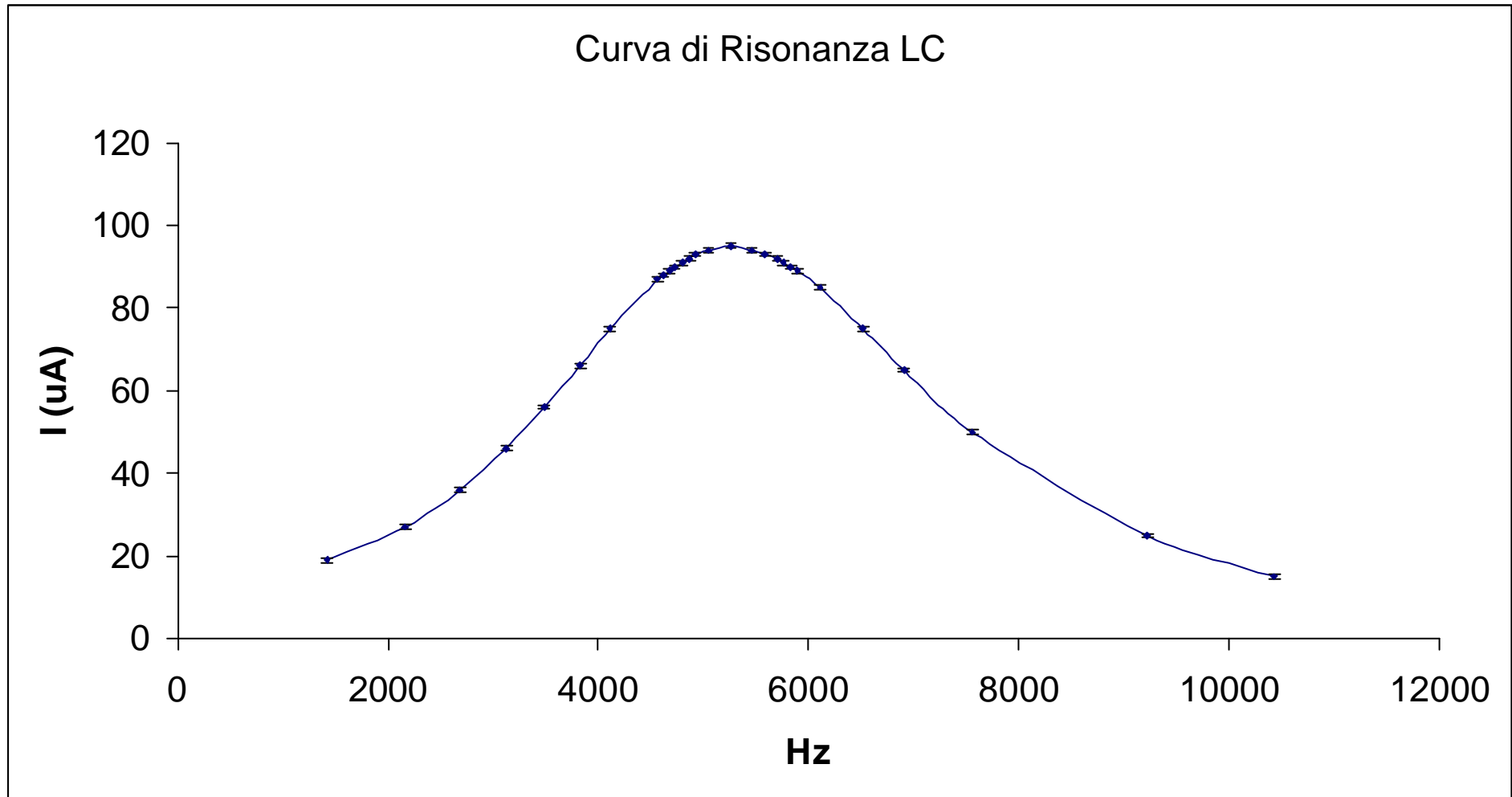
generatore G fino ad arrivare a valori di qualche decina di KHz pertanto non è possibile utilizzare un classico amperometro per correnti alternate essendo questo tarato per frequenze di rete (circa 50 Hz); il diodo ed il condensatore hanno il compito di raddrizzare la corrente in modo da poter utilizzare un amperometro in corrente continua. Si nota inoltre che lo strumento di misura non è posto in modo da misurare direttamente la corrente  $I_1$ , il motivo di tale scelta è dovuto allo strumento di misura: nella regione di frequenze attorno alla frequenza di risonanza, l'ampiezza della corrente raggiunge valori molto piccoli, ciò dal punto di vista strumentale significherebbe leggere i valori sulla parte inferiore della scala dello strumento, regione in cui l'errore relativo che si commette è maggiore rispetto a quello che si commette sulla seconda metà della scala. Con lo strumento nella posizione indicata dal disegno, in prossimità della frequenza di risonanza si ha la massima intensità di corrente, mantenendo costante il valore  $I_0$  ad ogni variazione effettuata, si potrà ricavare  $I_1$  per semplice differenza ( $I_1 = I_0 - I_2$ ). Procedendo come finora descritto si otterrà una curva che avrà la stessa forma di  $I_1$  ma ribaltata. Inoltre è indispensabile utilizzare sempre lo stesso strumento di misura onde evitare variazioni dalla resistenza del circuito. Detto ciò passo al rilevamento della suddetta corrente al variare della frequenza preoccupandomi, di volta in volta, che il valore della tensione applicata all'ingresso resti costante ad un valore (da me fissato) di 1 Volt. Fatto ciò l'esperienza è conclusa pertanto riporto i valori da me riscontrati.

✓ Tabelle.

<b>Valori Sperimentali</b>		
<b>V = 1 Volt ± 0,01 Volt</b>		
<b>N. Misura</b>	<b>Frequenza ? (Hz) ± 1 Hz</b>	<b>Corrente I2 (µA) ± 0,5 µA</b>
1	1420	19
2	2170	27
3	2686	36
4	3126	46
5	3486	56
6	3831	66
7	4111	75
8	4566	87
9	4619	88
10	4677	89
11	4725	90
12	4800	91
13	4873	92
14	4923	93
15	5048	94
16	5263	95
17	5460	94
18	5591	93
19	5700	92
20	5763	91
21	5831	90
22	5897	89
23	6114	85
24	6517	75
25	6908	65
26	7561	50
27	9221	25
28	10428	15



✓ Grafici.



✓ Calcolo del coefficiente di Autoinduzione.

Dal grafico precedente è possibile notare che si ha la massima corrente di 95  $\mu\text{A}$  per una frequenza di 5263 Hz; questa è la frequenza di risonanza del circuito. Noti i valori di frequenza di risonanza e capacità si può ricavare il coefficiente di autoinduzione dalla relazione:

$$L = \frac{1}{n_0^2 C} = 18,06 \text{ mH}$$

considerando una capacità di 2  $\mu\text{F}$ .

✓ Conclusioni.

I valori ottenuti mi hanno permesso di tracciare una curva di risonanza che rispecchia molto il comportamento del circuito ovvero la sua selettività ad una determinata frequenza. Ricordo che la vera curva di questo circuito appare ribaltata, al punto di massimo corrisponde il punto di minimo, questo per le considerazioni fatte precedentemente. Per quanto riguarda il coefficiente di autoinduzione il valore ottenuto non risulta essere compatibile con quello dell'induttanza presente nel circuito e misurata tramite tester (2,87 mH). Questa differenza può essere dovuta anche all'effetto del secondo condensatore (raddrizzatore).

✓ Bibliografia.

- A. Foti e C. Giannino** - *Elementi di analisi dei dati sperimentali*, Liguori, Napoli.  
**W. Maraschini e M. Palma** - *Format: probabilità e statistica*, Paravia, Torino.  
**E. Perucca** - *Fisica generale e sperimentale*, UTET, Torino.  
**R. Ricamo** - *Guida alle sperimentazioni di fisica*, Ambrosiana, Milano.  
**J. R. Taylor** - *Introduzione all'analisi degli errori*, Zanichelli, Bologna.  
**F. Tyler** - *A laboratory manual of physics*, E. Arnould, London.  
**Prof. N. Arena** - *Appunti del corso di laboratorio II*, A.A. 2003-2004.