

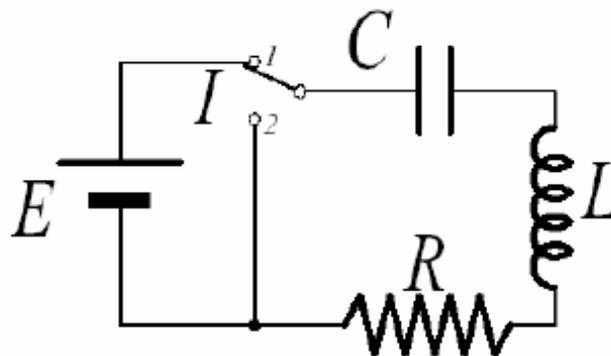
A1	Rista Atlant	92099	Udine, 07/12/2009
	Guglielmini Manuel	91575	
	Kapidani Bernard	92766	

**TITOLO: OSCILLAZIONI LIBERE E FORZATE DI UN CIRCUITO RLC-SERIE.**

**OGGETTO DELLA PROVA**

Studio del comportamento di un circuito RLC-serie. Lo studio viene effettuato analizzando i regimi di smorzamento semplice-oscillazioni smorzate, e di oscillazioni forzate-risonanza del circuito.

**CENNI TEORICI**



L'esperienza consiste nello studio delle oscillazioni in un circuito composto da una resistenza, un condensatore ed una induttanza, collegati ad un generatore di funzione d'onda. Nella prima fase si è osservato il circuito in condizioni di oscillazioni smorzate, fornendo una differenza di potenziale con forma d'onda quadra che simulasse l'apertura chiusura del circuito. Una volta determinata sperimentalmente la resistenza critica del circuito, si è valutato, per valori di resistenza minori di quello trovato, il decremento logaritmico in funzione della resistenza che caratterizza il tipo di oscillazioni del circuito (ci dice la velocità con cui dette oscillazioni si smorzano). Tale quantità è data dalla formula:

$$\ln \left( \frac{i_1}{i_2} \right)$$

dove  $i_1$  e  $i_2$  sono le intensità di corrente al primo e al secondo picco del fronte d'onda (osservati sullo schermo dell'oscilloscopio). Tale decremento è con buona approssimazione equivalente a:

$$\pi R \sqrt{\frac{C}{L}}$$

Si può in questo modo confrontare il valore teorico con quello ottenuto sperimentalmente per ogni valore di resistenza preso in esame.

Nella seconda fase le oscillazioni osservate sono del tipo forzato, perciò è necessario che il generatore di funzione d'onda fornisca una d.d.p. con andamento sinusoidale; inoltre si sono eseguite le misurazioni ad una resistenza fissata, in modo tale che la V ai capi della resistenza presenti uno sfasamento rispetto alla d.d.p. impressa, dipendente dalla frequenza e dalla d.d.p. stessa.

Per una certa frequenza, tale sfasamento è nullo e questa viene detta frequenza di risonanza; prendendo in esame vari valori di frequenza attorno al valore della frequenza di risonanza trovato si può studiare l'andamento della curva di risonanza del circuito, cioè il grafico del rapporto  $V_r/V$  in funzione di  $\omega$ .

Infine, la qualità della risonanza del circuito può essere dedotta grazie al fattore di qualità  $Q$  definito come:

$$\frac{\omega_0}{(\omega_2 - \omega_1)}$$

dove  $\omega_1$  e  $\omega_2$  sono i valori in corrispondenza dei quali  $i$  è pari a  $1/\sqrt{2}$  ( $\omega_0$ ).

$$\frac{1}{\sqrt{2}} i(\omega_0)$$

In linea teorica esso è uguale alla quantità:

$$\frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

## MATERIALI E STRUMENTI UTILIZZATI

- Generatore di funzione d'onda.
- Resistore variabile (classe dell'1%)
- Oscilloscopio
- Condensatore ( $C = 1 \mu\text{F}$ )
- Induttanza ( $L = 10 \text{ mH}$ )
- Cavi per circuiteria elettrica

## MISURE ED ELABORAZIONE DATI

### 1ª fase: smorzamento e oscillazioni smorzate.

In questa fase dell'esperienza il circuito è stato alimentato con un'onda quadra per simulare l'apertura e la chiusura dell'interruttore

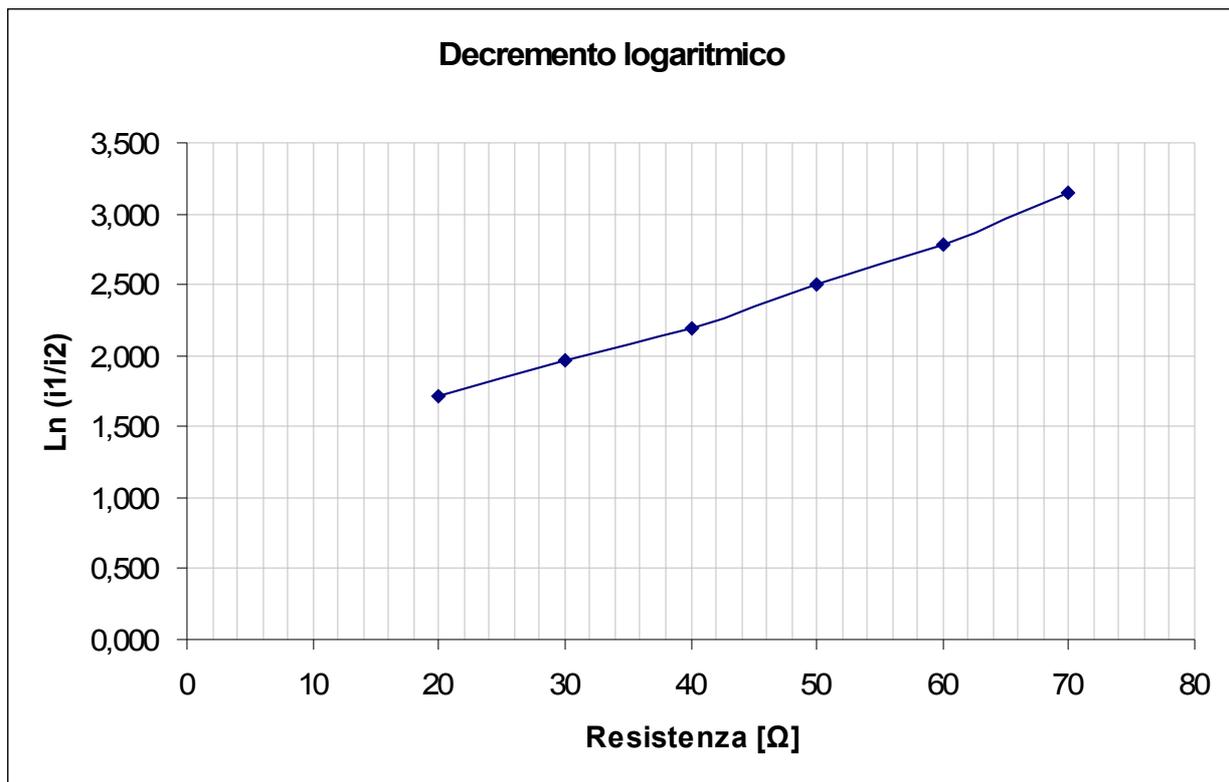
La prima misura effettuata è quella di determinazione della resistenza critica; questo è stato fatto ponendo inizialmente a zero la resistenza variabile del circuito per poi aumentarla gradualmente fino a che non è stata raggiunta la condizione di risonanza.

La resistenza critica teorica è di 200 ohm, mentre quella sperimentale è di 220 ohm: questa differenza è da attribuire alla non idealità dei componenti.

Riportiamo quindi in tabella i valori misurati sull'oscilloscopio per 6 valori di resistenza minori di quella critica (quindi in condizioni di oscillazioni smorzate):

R	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	ln ( I <sub>1</sub> / I <sub>2</sub> )
20	0,500	0,090	0,025	0,005	1,715
30	0,720	0,100	0,024	0,003	1,974
40	0,900	0,100	0,023	0,003	2,197
50	1,100	0,090	0,022	0,002	2,503
60	1,300	0,080	0,022	0,001	2,788
70	1,400	0,060	0,020	0,001	3,150

Illustriamo infine in grafico il decremento logaritmico in funzione della resistenza:



## 2ª fase: Oscillazioni forzate e Risonanza.

In questa fase dell'esperienza il circuito è stato alimentato con una forma d'onda sinusoidale.

Per verificare sperimentalmente la condizione di risonanza è stata variata la frequenza di alimentazione del circuito fino a ottenere una perfetta sovrapposizione del segnale di ingresso e del segnale di uscita da esso (visualizzati sullo schermo dell'oscilloscopio); in questa condizione si ha sfasamento nullo tra segnale di ingresso e di uscita, corrispondente al comportamento alla frequenza di risonanza della serie RLC.

Abbiamo stimato sperimentalmente il valore della frequenza di risonanza pari a circa 925,93 Hz; riportiamo nella tabella seguente i valori di V e VR per frequenze inferiori e superiori a quella di risonanza e il loro rapporto:

f [Hz]	V [V]	V <sub>R</sub> [V]	V <sub>R</sub> / V
$2,174 \cdot 10^2$	4,40	1,90	0,432
$4,167 \cdot 10^2$	4,20	3,00	0,714
$5,952 \cdot 10^2$	4,20	3,60	0,857
$7,576 \cdot 10^2$	4,20	3,90	0,929
$9,259 \cdot 10^2$	4,00	4,00	1,000
$2,500 \cdot 10^3$	4,20	3,35	0,798
$4,545 \cdot 10^3$	4,40	2,30	0,523
$6,757 \cdot 10^3$	4,60	1,80	0,391
$8,333 \cdot 10^3$	4,60	1,50	0,326
$9,615 \cdot 10^3$	4,60	1,30	0,283

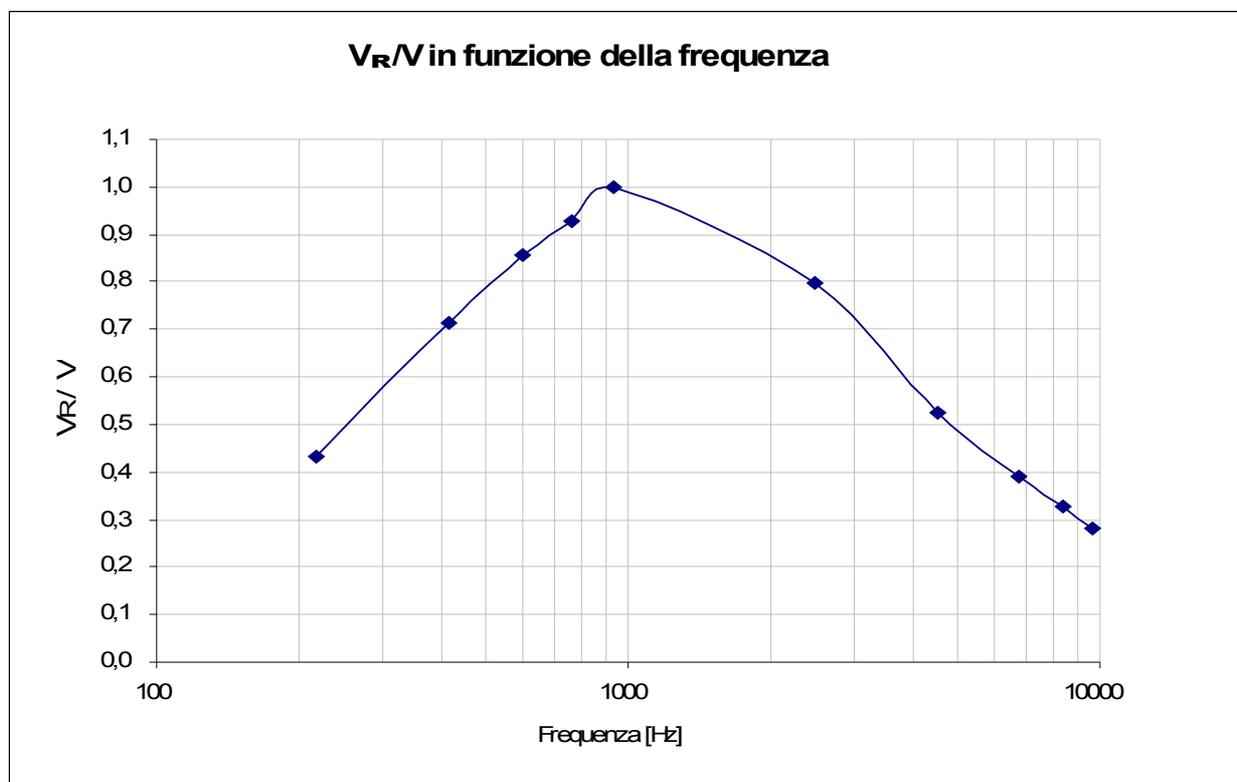
Per valutare la qualità della risonanza andiamo a studiare il fattore di qualità del circuito. Il suo valore sperimentale è ricavato analizzando la curva di risonanza come:

$$QF \cong \frac{\omega_0}{\omega_2 - \omega_1} = \frac{V_0}{V_2 - V_1}$$

Nella tabella seguente riportiamo invece, oltre al valore della frequenza di risonanza i valori  $\omega_1$  e  $\omega_2$  stimati nel modo descritto nella parte teorica, la R a cui sono state effettuate le misure e il fattore di qualità stimato nei 2 possibili modi:

$\omega_0$ [Hz]	$\omega_1$ [Hz]	$\omega_2$ [Hz]	R [ $\Omega$ ]	QF sperimentale	QF teorico
925,93	410,40	3217,70	330	0,330	0,303

Riportiamo nel grafico seguente il rapporto  $V_R/V$  in funzione della frequenza (in scala logaritmica):



## COMMENTI FINALI

Nella prima parte dell'esperienza, ossia quella in condizioni transitorie (oscillazioni libere), analizzando il comportamento della curva del decremento logaritmico si nota che per valori nulli di resistenza il grafico non passa per l'origine come si era ipotizzato nell'analisi teorica del circuito. Questo fenomeno può essere spiegato considerando che il valore di resistenza nella serie non è esattamente nullo; esso è infatti influenzato da diversi fattori quali l'imprecisione stessa del resistore utilizzato per la prova (che non assume valore perfettamente nullo), la resistenza dei cavi di collegamento (anche se minima), le impedenze del generatore e dell'oscilloscopio. Anche l'usura e imprecisione degli strumenti e dei componenti usati per la prova, infine, impediscono che la resistenza sia portata esattamente a zero.

La curva di risonanza del circuito costruita mediante i dati rilevati non è molto accurata in quanto le misurazioni sono state effettuate in maniera distribuita lungo una determinata banda di frequenza; per ottenere una curva più precisa si sarebbero dovute effettuare più misure in prossimità della frequenza di risonanza in modo da ottenere una maggiormente dettagliata rappresentazione grafica.

Il valore delle frequenze alle quali sono state effettuate le misurazioni si è ricavato calcolando il reciproco del periodo del segnale misurato sullo schermo dell'oscilloscopio e calcolandone, in quanto i valori indicati dal generatore di forma d'onda non erano quelli reali ma discostavano leggermente da essi. Per il resto non sono stati riscontrate ulteriori problematiche.