

Circuito oscillante LC

ANALISI DEL COMPORTAMENTO DI RISONANZA DI UN CIRCUITO OSCILLANTE LC IN SERIE

- Registrazione delle curve di risonanza delle ampiezze di un circuito oscillante LC in serie per diversi smorzamenti.
- Determinazione della frequenza di risonanza di un circuito oscillante LC in serie.

UE3050400

05/18 UD

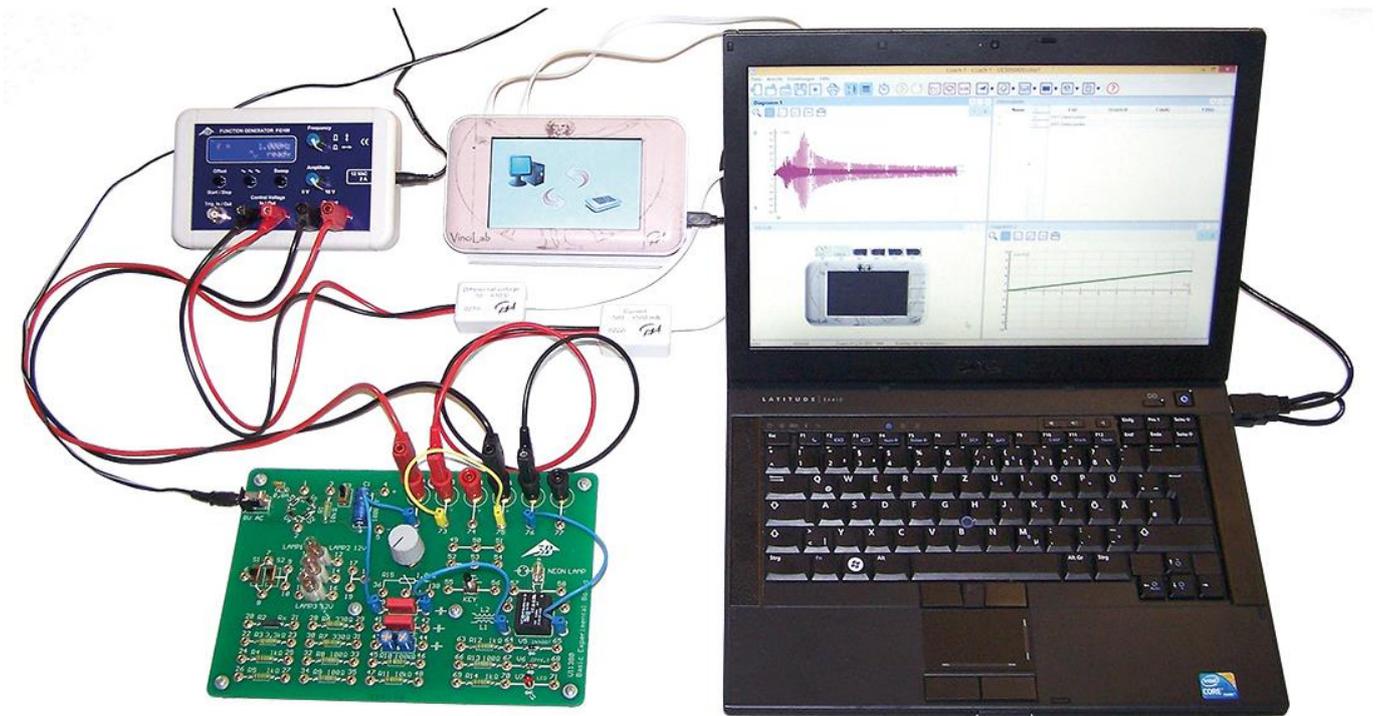


Fig. 1: Disposizione per la misurazione

BASI GENERALI

Un circuito oscillante elettrico è un collegamento soggetto a risonanza formato da una bobina con induttività L e un condensatore con capacità C . Il circuito oscillante produce, attraverso il periodico scambio di energia fra il campo magnetico della bobina e il campo elettrico del condensatore, oscillazioni elettriche. Lo scambio porta alternativamente alla massima intensità di corrente sulla bobina o alla massima tensione sul condensatore.

Se il circuito oscillante non oscilla liberamente, ma viene eccitato dall'esterno da un segnale sinusoidale, esso oscilla

con la stessa frequenza dell'eccitazione e le ampiezze della corrente e delle tensioni sui singoli componenti dipendono dalla frequenza. La corrente I si ricava dalla legge di Ohm:

$$(1) \quad I = \frac{U}{Z} = \frac{U_0 \cdot e^{i\omega t}}{Z}$$

U : Tensione in ingresso sinusoidale

U_0 : Ampiezza, ω : Frequenza del circuito

Z : Impedenza complessiva

In un collegamento in serie l'impedenza complessiva è costituita dalla somma delle impedenze dei singoli componenti. Vi è una resistenza ohmica R , che considera le perdite che si

presentano in un circuito oscillante reale e che viene eventualmente integrata da una resistenza esterna R_{ext} . Pertanto si ha

$$(2) \quad Z = R + i\omega L + \frac{1}{i\omega C}$$

Da (1) e (2) per la corrente si ha

$$(3) \quad I(\omega) = \frac{U_0 \cdot e^{i\omega t}}{R + i\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}$$

Il valore della corrente corrisponde alla sua ampiezza, che dipende dalla frequenza:

$$(4) \quad I_0(\omega) = \frac{U_0}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

Diventa massima con la frequenza di risonanza

$$(5) \quad f_r = \frac{\omega_r}{2\pi} = \frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}$$

e raggiunge qui il valore

$$(6) \quad I_0(\omega_r) = \frac{U_0}{R}$$

Il circuito oscillante in serie in caso di risonanza si comporta come se fosse composto solo da una resistenza ohmica. In particolare una capacità e un'induttività collegate in serie in caso di risonanza rappresentano un cortocircuito.

In questo esperimento, con il generatore di funzione viene prodotta una tensione alternata con cui si alimenta il circuito oscillante. La corrente I viene misurata in funzione della frequenza f ad una ampiezza di tensione costante. La corrente viene misurata con un'interfaccia di misurazione e registrata e rappresentata graficamente con un software di misurazione e di valutazione. La curva di risonanza (ampiezza), vale a dire la dipendenza dell'ampiezza della corrente dalla frequenza, viene registrata automaticamente.

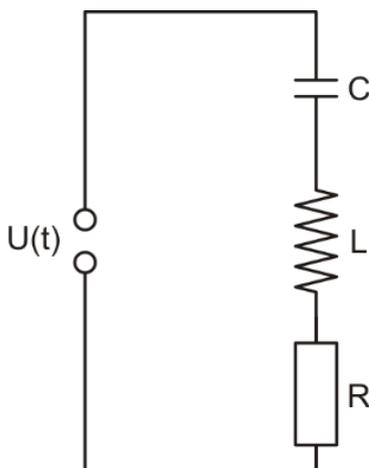


Fig. 2: Schizzo di commutazione per il circuito oscillante LC in serie.

ELENCO DEGLI STRUMENTI

1	Scheda per esperimenti di base @230V	1000573 (U11380-230)
0	@115V	1000572 (U11380-115)
1	Generatore di funzione FG 100 @230V	1009957 (U8533600-230)
0	@115V	1009956 (U8533600-115)
1	Set di 15 cavi per esperimenti, 1 mm ² , 75 cm	1002840 (U13800)
1	VinciLab	1021477 (UCMA-001)
1	Coach 7, licenza per le scuole 5 anni	1021522 (UCMA-18500)
0		
1	Coach 7, licenza per le università 5 anni	1021524 (UCMA-185U)
2	Sensore di tensione 10 V, differenziale	1021680 (UCMA-0210i)
1	Sensore di corrente 500 mA	1021679 (UCMA-0222i)

MONTAGGIO E IMPOSTAZIONI

Cablaggio

- Realizzare i seguenti collegamenti:
 - FG 100 Control Voltage OUT → Sensore di tensione → VinciLab A1
 - FG 100 Output → Board X2, X5
 - Board X3, X6 → Sensore di corrente → VinciLab A2
 - Board 72 ↔ 39
 - Board 40 ↔ 61
 - Board 62 ↔ 76
 - Board 75 ↔ 73

Generatore di funzione FG 100

- Selezionare la forma di segnale sinusoidale.
 - Ruotare il regolatore di ampiezza verso destra fino alla battuta, ovvero $U_0 = 10$ V.
 - Premere il tasto "Sweep" e selezionare le seguenti impostazioni:
 - Avvio: 1 Hz
 - Stop: 1000 Hz
 - Mode: int. single
 - Time: 10.00 sec
- Sul display compare "ready".

FG 100 è configurato e pronto per la misurazione.

VinciLab e Coach 7

- Installare il Software Coach 7 sul computer di misurazione.
- Collegare VinciLab al computer, utilizzando il cavo USB.
- Avviare VinciLab e Coach 7. Cliccare sul pulsante , e nella finestra di "Login" che si aprirà, selezionare il nome utente "Livello utente: Autore" dall'elenco di riepilogo a discesa, inserire la password autore "Chiave autore:" e confermare con OK.

- Cliccare sul pulsante . Nella finestra aperta "Opzioni attività" confermare con OK le preselezioni "Tipo di attività: Misure" e "Interfaccia: VinciLab".

Il software crea il collegamento a VinciLab. In basso a sinistra delle quattro finestre compare un'immagine di VinciLab con i pittogrammi dei sensori collegati.

- Cliccare sul pulsante , impostare i seguenti parametri e confermare infine con OK:

Metodo

Tipo: Basato sul tempo
 Tempo di misura: 10 secondi
 Frequenza: 200 per secondo
 Numero di campioni: 2000

Trigger

Canale di trigger: A2: Corrente
 Livello di trigger: 0,4 mA
 Direzione: in salita
 Durata pre-trigger: 0 secondi

- Cliccare sul pulsante .

La tabella dei dati verrà visualizzata nella finestra in alto a destra. Essa contiene colonne (ancora vuote) per il tempo t , la tensione U e la corrente I .

- Nella finestra con la tabella dei dati, cliccare sulla chiave nella barra del titolo. Nel menù che si aprirà selezionare "Aggiungi nuova variabili", "nella serie di dati" e "Formula". Nella finestra aperta "Proprietà variabil", inserire i seguenti parametri:
 Etichetta: f
 Unità: Hz
 Formula: $V/0,005$

Cablando "Control Voltage" come uscita ("Out"), FG 100 genera una rampa di tensione 0 – 5 V, corrispondente a una tensione di 0,005 V/Hz per il range di frequenza 1 – 1000 Hz da percorrere.

Nella tabella dei dati compare un'ulteriore, quarta colonna per la frequenza f .

- Cliccare sul pulsante . Nel menù che si aprirà, selezionare "Aggiungi nuovo", portare il cursore del mouse sulla finestra in alto a sinistra e cliccare sulla finestra.

Nella finestra compare un diagramma (ancora vuoto).

- Nella tabella dei dati, cliccare sul simbolo della tensione nel titolo della seconda colonna, trascinare sulla parte sinistra del diagramma e, quando appare una cornice blu, cliccare sulla cornice. Cliccare sul simbolo della frequenza nel titolo della quarta colonna, trascinare sulla parte inferiore del diagramma e, quando appare una cornice blu, cliccare sulla cornice.

All'asse x del diagramma è associata ora la frequenza, all'asse y la corrente.

VinciLab e Coach 7 sono configurati e pronti per la misurazione.

ESECUZIONE

- Avviare la misurazione in Coach 7 cliccando sul pulsante . Si apre la finestra "In attesa dell'evento trigger".
- Premere il tasto "Start" su FG 100. Non appena la soglia trigger viene oltrepassata, lo scan di frequenza parte automaticamente. I valori misurati sono rappresentati in Coach 7 nel diagramma.

Misurando corrente continua, vengono rappresentati i valori di entrambe le polarità. La curva di risonanza corrisponde all'inviluppo nel quadrante positivo.

- Eseguire la misurazione con la bobina L2 (raccordi 59 e 60 anziché 61 e 62 sulla scheda per esperimenti di base).

ESEMPIO DI MISURAZIONE E ANALISI

La Fig. 3 mostra la curva di risonanza (ampiezza) della corrente per le bobine L1 e L2 sulla scheda per esperimenti di base e $R_{ext} = 0$. Come previsto, alla frequenza di risonanza f_r si ha la massima ampiezza della corrente I_0 .

- In Coach 7, cliccare sul pulsante  e, nel menù che si apre, selezionare "Seleziona/Rimuovi dati". Nella finestra aperta, selezionare "Metodo di Selezione: Punto-per-punto". Comparirà un reticolo rosso.
- Portarsi con il reticolo al massimo e annotare i valori della frequenza di risonanza e della corrente:

$$(7) \quad \begin{aligned} f_r &= \begin{cases} 178 \text{ Hz} & \text{(Bobina L1)} \\ 88 \text{ Hz} & \text{(Bobina L2)} \end{cases} \\ I_0(f_r) &= \begin{cases} 59 \text{ mA} & \text{(Bobina L1)} \\ 24 \text{ mA} & \text{(Bobina L2)} \end{cases} \end{aligned}$$

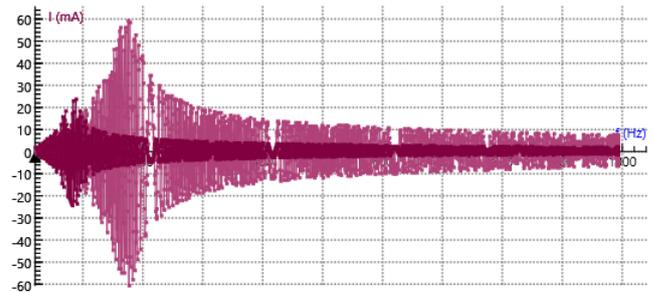


Fig. 3: Curva di risonanza (ampiezza) della corrente per le bobine L1 e L2 e $R_{ext} = 0$. Screenshot da Coach 7.

Calcolare l'induttività sconosciuta L dalla capacità nota $C = 2,2 \mu\text{F}$ tramite l'equazione (5):

$$(8) \quad L = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f_r^2 \cdot C} = \begin{cases} 363 \text{ mH} & \text{(Bobina L1)} \\ 1487 \text{ mH} & \text{(Bobina L2)} \end{cases}$$

Calcolare le resistenze ohmiche R dalle ampiezze massime della curva di risonanza tramite l'equazione (6) ($U_0 = 10 \text{ V}$):

$$(9) \quad R = \frac{U_0}{I_0(f_r)} = \begin{cases} 169 \Omega & \text{(Bobina L1)} \\ 417 \Omega & \text{(Bobina L2)} \end{cases}$$

Poiché non è applicata alcuna resistenza R_{ext} , R corrisponde alla perdita ohmica nel circuito oscillante reale.