

Laboratorio 2 - A.A. 2020-21

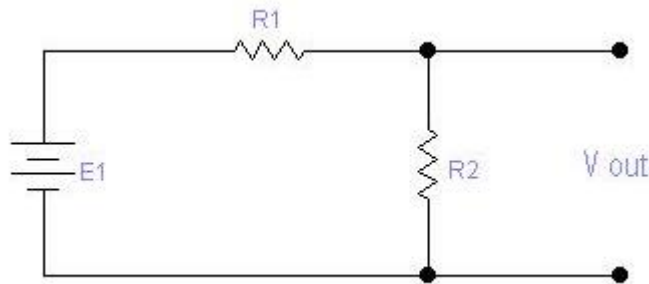
Seconda esperienza

Realizzazione e caratterizzazione di un circuito filtro passa banda RLC

Parte preliminare

Per prendere confidenza con gli strumenti a disposizione provate a generare, visualizzare stabilmente sull'oscilloscopio e misurare l'ampiezza di alcuni segnali come dettagliato nel seguito.

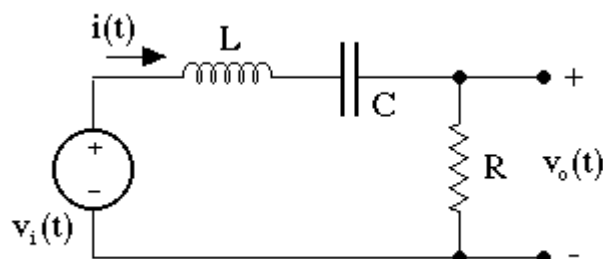
- 1) Realizzare un semplice partitore come disegnato in figura utilizzando due resistenze che diano un rapporto di partizione 1 a 10. Misurate prima le resistenze con il multimetro e posizionatele nel circuito in modo che $R1$ sia maggiore di $R2$. Suggerimento: essendo definito un rapporto avete infinite scelte possibili. Per evitare che nel circuito scorra troppa corrente si consiglia di utilizzare resistenza maggiori di 100 Ohm; per evitare problemi di rumore, si consiglia di utilizzare resistenza sotto il Megaohm.



- 2) Accendere il generatore di segnali sull'oscilloscopio e generare una onda sinusoidale di ampiezza 2 V e frequenza 370 Hz. Visualizzare l'onda generata sull'oscilloscopio
- 3) Usare il segnale sinusoidale come ingresso del partitore e osservare sull'oscilloscopio ingresso e uscita. Verificare che il rapporto di partizione sia compatibile con le resistenze scelte. Verificare che le due onde siano perfettamente in fase.
- 4) Misura dell'impedenza di uscita del generatore di segnali.
Collegare il generatore di segnali a un canale dell'oscilloscopio e generare un'onda sinusoidale di ampiezza 1V e periodo 10 ms. Collegare il generatore di segnali ad una resistenza di valore decrescente (10KOhm, 1KOhm, 100 Ohm, 50 Ohm). ogni volta misurare l'ampiezza dell'onda visualizzata. Per il teorema di Thevenin, ricavare la resistenza di uscita del generatore di segnali con il suo errore.

Progettazione e caratterizzazione di un circuito RLC serie

Progettare, costruire e caratterizzare un circuito RLC serie che abbia una frequenza di risonanza compresa tra 700 Hz e 5 KHz e un fattore di merito o fattore di qualità Q superiore a 2.



Scelta degli elementi circuitali

Si consiglia di progettare il circuito considerando di avere a disposizione induttanze da 100mH, 10mH e 1mH, condensatori da 1nF a 470nF e resistenze non inferiori a 10 Ohm. Non utilizzate valori al di fuori di questi intervalli.

Progettazione del circuito

Un filtro passa banda di tipo RLC serie ha una funzione di trasferimento ideale pari a $H(\omega) = |H(\omega)|e^{i\beta}$ con :

$$|H(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\omega \frac{L}{R} - \frac{1}{\omega RC}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}}$$

$$\beta = -\arctan\left(\frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R}\right)$$

Ricordate che $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ e $Q = \omega_0 \frac{L}{R} = \frac{1}{R} \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{C}} = \frac{1}{RC} \frac{1}{\omega_0}$ (e quale relazione lega pulsazione a frequenza)

Ricordate anche che idealmente Q contiene solo la resistenza di carico ma nella realtà per il calcolo di Q si devono considerare tutte le resistenze presenti nel circuito (R induttanza e R carico). Il valore effettivo del fattore di qualità del circuito sarà perciò inferiore al valore di progetto.

Prima di costruire il circuito, misurate tutte le componenti e in particolare la resistenza associata all'induttanza e calcolate i valori di progetto ideali e reali del vostro circuito.

Caratterizzazione del circuito

Parte 1)

Dopo aver scelto i componenti, realizzate il circuito sulla vostra basetta, facendo in modo di misurare sull'oscilloscopio sia il segnale in ingresso sia l'uscita presa ai capi della resistenza.

Prima di prendere le misure, preparatevi un foglio di calcolo o un programma in C++ che vi permetta, una volta inseriti i dati relativi a Ampiezza Vin, Ampiezza Vout, Periodo Vin e Ritardo con le relative scale, di calcolare automaticamente le grandezze desiderate con i loro errori.

Alimentate il circuito con un'onda sinusoidale di ampiezza 2 V e frequenza variabile. Fate il grafico di ampiezza e fase della funzione di trasferimento (rispettivamente in scala bilogarithmica e semilogarithmica), partendo da 50 Hz sino a 50 kHz con l'usuale spaziatura (1, 2, 5 per ogni decade). Se necessario infittite le misure intorno alla frequenza di risonanza per determinare la larghezza della risonanza stessa.

Osservazioni:

Cosa accade al valore di V_{in} quando vi avvicinate alla risonanza?

A che valore tende il modulo della funzione di trasferimento alla risonanza? Perché è minore di 1?

Alimentate il circuito con un'onda quadra di frequenza pari alla frequenza di risonanza. Cosa osservate in uscita?

Parte 2)

Sostituire la resistenza scelta con una 10 volte più grande. Riprendere rapidamente le misure di ampiezza e periodo (non ritardo) da 50 Hz a 50 kHz e fare il grafico del modulo della funzione di trasferimento.

Analisi dati

Fate i fit per entrambe le serie di dati utilizzando la funzione di trasferimento reale del circuito:

$$|H(\omega)| = \frac{R}{\sqrt{(R+R_L)^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{1}{\sqrt{A + Q^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)^2}} \text{ con } A = \left(1 + \frac{R_L}{R}\right)^2$$

$$\beta = -\arctan\left(\frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R + R_L}\right)$$

Fate attenzione quindi al fatto che alla frequenza di risonanza il massimo non vale 1 ma $\frac{R}{R+R_L}$ e che quindi la larghezza di banda andrà valutata rispetto al reale valore del massimo.

Ricavare la frequenza di risonanza, il fattore di merito ideale e quello reale. Confrontate questi valori con quelli di progetto.

Parte opzionale

Verificate come alla frequenza di risonanza la tensione ai capi dell'induttanza o del condensatore sia molto maggiore della tensione fornita dal generatore.

N.B. Ricordate che la "terra" dell'oscilloscopio deve coincidere con la "terra" del generatore di funzioni, questo è un piccolo problema tecnico sperimentale che dovete risolvere.