

Misure su un circuito crossover

Giacomo Cicala

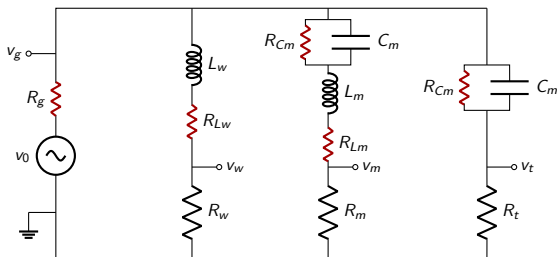
Laboratorio di Elettromagnetismo e Ottica
Corso di laurea triennale in Fisica

4 settembre 2025

Obiettivo

- Progettazione di un circuito crossover a tre vie
- Analisi del comportamento in regime sinusoidale:
 - Studio qualitativo e quantitativo della risposta in frequenza di ampiezza e fase per ciascun canale del filtro.
 - Misura di frequenza di crossover, frequenza di risonanza e fattore di qualità
 - Confronto con valori e comportamento atteso

Circuito e scelta dei componenti



$$R = 3\text{k}\Omega$$

$$L = 47\text{ mH}$$

$$C = 4.7\text{ nF}$$

I componenti sono stati scelti secondo questi criteri:

- Sfruttare le capacità di acquisizione di Elvis II (1 MS/s)
 \Rightarrow Frequenza di Crossover e Risonanza $f_c \approx f_r \approx 10\text{ kHz}$
- Minimizzare la caduta di potenziale sulla resistenza interna al generatore \Rightarrow resistenze di carico grandi

Acquisizione dati

Componenti misurati con multimetro digitale di Elvis II.

Interesse principale: dominio delle frequenze:

- Acquisizione di tensioni su due canali alla volta. Sweep ripetuti e successiva sovrapposizione
- Campionamento a 500 kHz per canale con buffer di 2000 sample e trigger analogico
- Misure di tensioni in modalità RSE

Da ciascun campione di onda sinusoidale sono stati estratti e graficati ampiezza e fase in funzione della frequenza.

- Incertezza sulla fase: deviazione standard su misure ripetute $\rightarrow \sigma_{\phi} = 0.003^{\circ}$
- Incertezza statistica sull'ampiezza inferiore alla risoluzione strumentale \rightarrow risoluzione della scheda: $\Delta V = 1.9 \text{ mV}$

Le fasi sono calcolate come differenza di fase tra A1 e A0. Per correggere la deriva dovuta al multiplexing: fit lineare sul generatore connesso ad A1.

Grafico ampiezza - frequenza

fig_amp.png

Grafico fase - frequenza

fig_fase.png

Misure attese e misure sperimentali

Misure attese: leggi di Kirchoff e legge di Ohm generalizzata.

Misure sperimentali: media pesata delle misure ricavate da ampiezze e fasi.

- Frequenza di crossover:

$$f_c^{sper} = (10.61 \pm 0.03) \text{ kHz}$$

$$f_c^{teo} = (10.50 \pm 0.12) \text{ kHz}$$

- Frequenza di risonanza:

$$f_r^{sper} = (10.80 \pm 0.09) \text{ kHz}$$

$$f_r^{teo} = (10.65 \pm 0.10) \text{ kHz}$$

- Fattore di qualità del passa-banda del midrange:

$$Q^{sper} = 0.88 \pm 0.12$$

$$Q^{teo} = 0.954 \pm 0.010$$

Intervalli di incertezza dati da un fattore di copertura 3

Conclusioni

- Le misure sperimentali di f_c , f_r , Q risultano compatibili con i valori attesi.
- Pur tenendo conto di effetti non ideali il modello non è perfetto.
 - Per le ampiezze il modello è accurato ma si può dire propriamente compatibile solo su range ristretto
 - Per le fasi ci sono importanti effetti sistematici sulle alte frequenze
- L'abbassamento delle fasi a basse frequenze su tweeter e woofer può essere dovuto a correnti di dispersione nei condensatori, modellate come resistenze in parallelo. Dal fit $R_{Cm} \approx R_{Ct} \approx 40 \text{ k}\Omega$, ma misurando con il multimetro risulta un circuito aperto.

Fine della presentazione.

La relazione completa, i dati e le macro per l'analisi sono reperibili al seguente link: github.com/enro284/lab2_circuiti