

# Esperienza 5 : circuito RLC in regime impulsivo

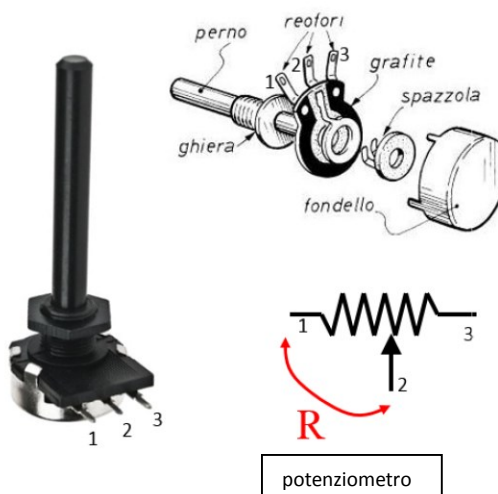
Corso di Laboratorio di Elettromagnetismo e Circuiti, prof. S. Masi

## 1 RLC IN REGIME IMPULSIVO

Sono disponibili: un generatore di tensione **quadra** con frequenza  $f$  e ampiezza  $V_{in}$  variabili, e resistenza interna  $R_G=50\Omega$ ; un resistore di resistenza  $R$ , una resistenza di shunt  $R_S$ , (utile per ridurre l'impedenza d'uscita del generatore) un condensatore di capacità  $C$ , un induttore di induttanza  $L$  e resistenza interna  $R_L$ , un oscilloscopio.

Lo scopo dell'esperienza è misurare la risposta all'onda quadra (quindi a variazioni improvvise della tensione in ingresso) del circuito RLC, sia nel caso si prelevi l'uscita ai capi del resistore (paragrafo 2), sia nel caso si prelevi l'uscita ai capi del condensatore (paragrafo 3). In particolare si vuole evidenziare che in condizioni di smorzamento critico la risposta è la più rapida possibile prima dell'insorgenza di oscillazioni; nel caso di smorzamento sottocritico si vogliono misurare lo pseudoperiodo (mostrando che è superiore al periodo) e il coefficiente di smorzamento.

Si suggeriscono i seguenti valori:  $L = 1 \text{ mH}$ ,  $R_L=10\Omega$ ,  $C = 47 \text{ nF}$ ,  $R_S = 10\Omega$ . Per quanto riguarda  $R$ , si utilizzerà un potenziometro, che permette di variare con continuità la resistenza tra 0 e  $500\Omega$ , per la prima parte dell'esperienza, ed un resistore da  $10\Omega$  per la seconda parte.

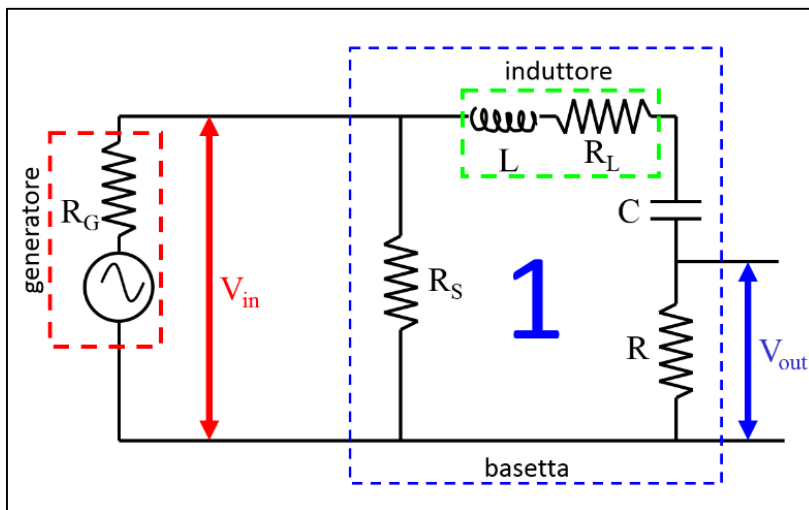


Si propone la seguente serie di attività :

## 2 USCITA SUL RESISTORE — DURATA DELL' IMPULSO

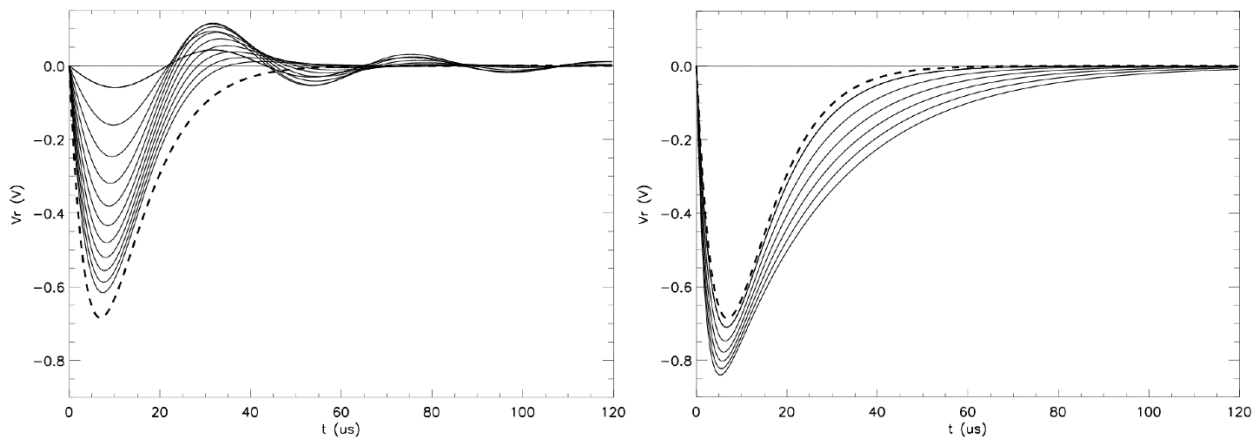
Si monta il circuito RLC serie visibile in figura. Al posto di  $R$  si utilizza un potenziometro (contatti 1 e 2, lasciare libero il 3). Il generatore si imposta come onda quadra di ampiezza  $V_0=1V$  ( $0V - 1V$ ).

1. Si visualizza  $V_{out}$  sull'oscilloscopio, regolando il trigger in modo che la forma d'onda riempi il più possibile lo schermo e sia visualizzata in modo stabile. Si può a questo proposito usare il trigger esterno, collegandolo alla stessa onda quadra usata come  $V_{in}$ , e



impostando il trigger per agganciarsi sul fronte di discesa dell'onda, in modo che le condizioni iniziali siano corrente  $I(0)=0$  e carica  $Q_0=CV_0$ .

- Si ruota l'asse del potenziometro, regolandone così la resistenza  $R$ , finché non si visualizza sull'oscilloscopio un impulso di minima durata e senza ulteriori oscillazioni: questa sarà la condizione di smorzamento critico. Il tipo di impulsi che si visualizzerà è mostrato sotto (caso sottosmorzato a sinistra, sovrasmorzato a destra, il caso critico è tratteggiato in ambedue le figure. L'ampiezza dell'impulso di tensione aumenta all'aumentare di  $R$ ).



- Senza muovere l'asse, si scollega il potenziometro dal circuito e se ne misura la resistenza. Per avere un'idea dell'errore, si ripete questa regolazione 10 volte, registrando ogni volta il valore della resistenza. La migliore stima della resistenza  $R$  che realizza la condizione di smorzamento critico si ottiene dalla media delle 10 misure, associando la deviazione standard come errore. Si controlla che  $R$  così stimata coincida entro gli errori con quella data dalla formula seguente

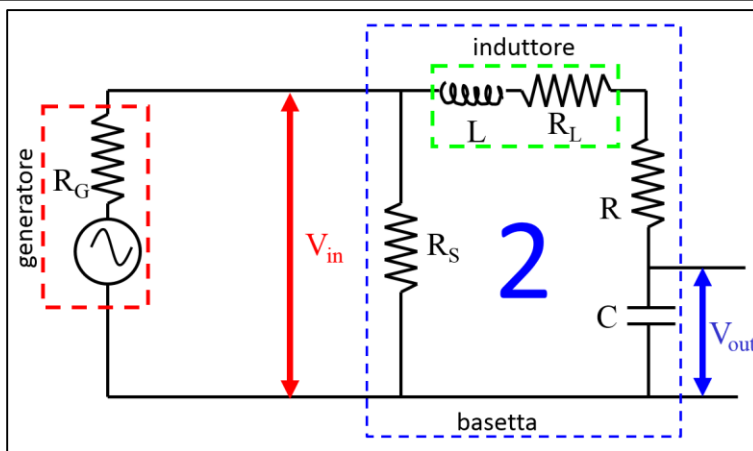
$$\frac{R_{tot}}{2L} = \frac{1}{\sqrt{LC}} \rightarrow R_{tot} = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$R = R_{tot} - R_G^s - R_L = 2\sqrt{\frac{L}{C}} - R_G^s - R_L$$

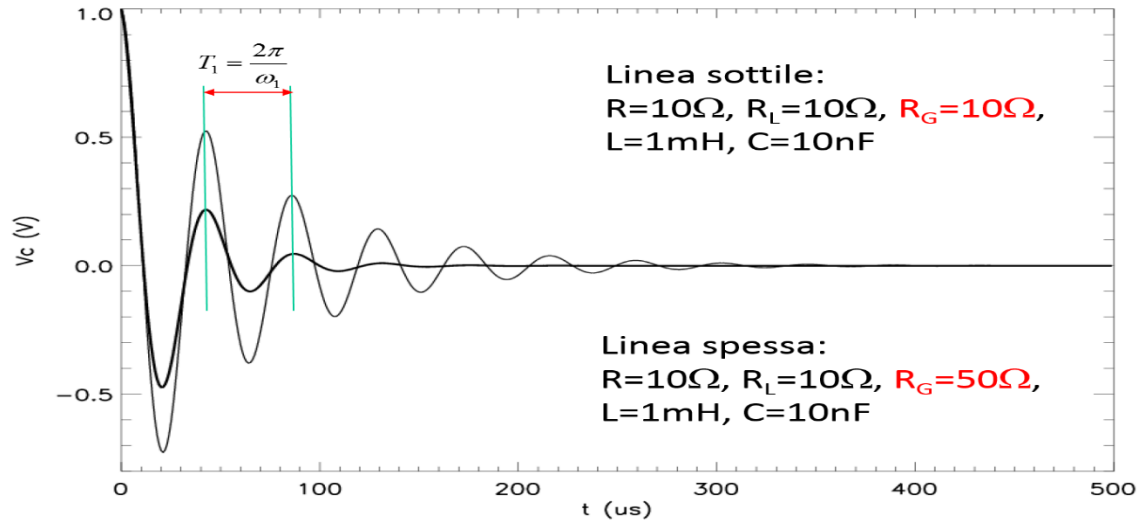
(i valori della resistenza interna del generatore con shunt e della resistenza interna dell'induttore sono stati misurati nella precedente esperienza).

### 3 USCITA SUL CONDENSATORE — MISURA DELLO PSEUDOPERIODO E DELLO SMORZAMENTO

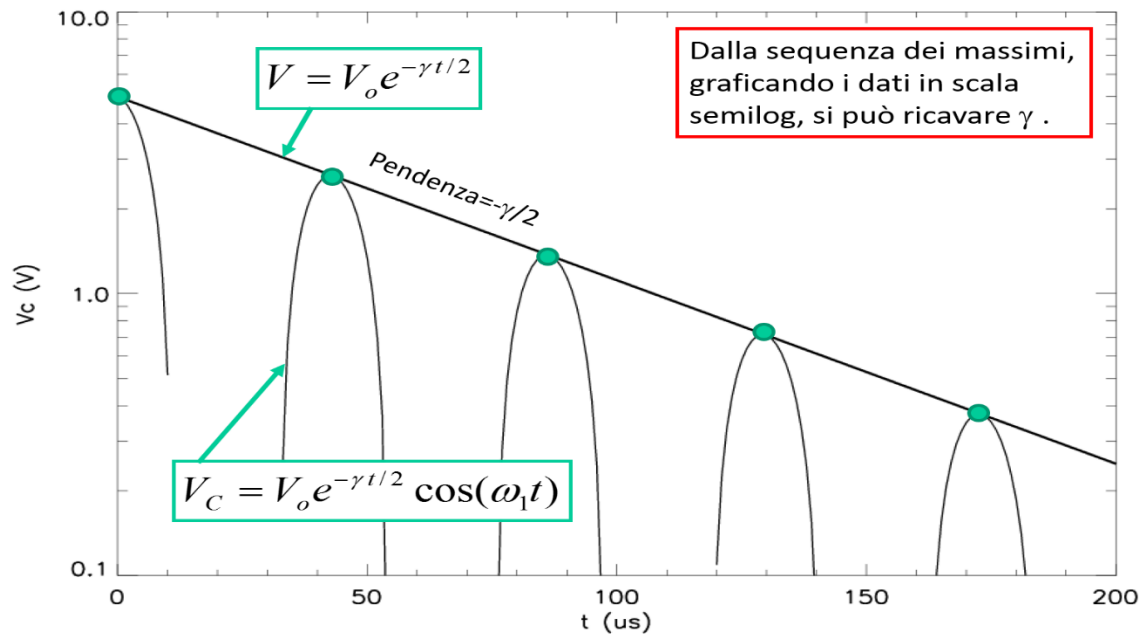
- Si monta il circuito RLC serie visibile in figura, ottenibile dal precedente semplicemente scambiando il potenziometro con il condensatore, e inserendo al posto del potenziometro una resistore fisso da  $10\Omega$ .
- Si visualizza l'oscillazione smorzata, ottimizzando le impostazioni dell'oscilloscopio in modo che le oscillazioni riempiano il più possibile lo schermo.



6. Si misurano i tempi e le ampiezze dei massimi successivi dell'oscillazione, e dei minimi, come illustrato in figura:



7. Dalle distanze in tempo tra massimi successivi si ricavano lo pseudoperiodo  $T_1$  e la pseudopulsazione  $\omega_1$ . Si verifica che, entro gli errori,  $\omega_1 < \omega_0 = 1/(LC)^{1/2}$ .



8. Si graficano le ampiezze dei picchi in scala semilogaritmica, come illustrato in figura sotto, e si ricava la pendenza della retta che le unisce, pari a  $\gamma/2$ .
9. Si rifà la stessa procedura con i minimi: si dovrebbe trovare un valore di  $\gamma$  consistente con il precedente.
10. Si verifica che, entro gli errori, la media pesata dei due  $\gamma$  ricavati sopra è consistente con il valore teorico:  $\gamma = R_{tot} / L$

11. Si verifica che, entro gli errori,  $\omega_1^2 = \omega_o^2 - \left(\frac{\gamma}{2}\right)^2$

#### 4 USO DELL' OSCILLOSCOPIO

- Impostare il trigger su auto: questo permetterà di vedere la traccia, anche se non sincronizzata, e di regolare così le deflessioni verticale e orizzontale. Una volta visualizzato il segnale, se non è sincrono, si potrà utilizzare il trigger interno regolando livello e pendenza.
- La prima cosa da fare è mettere su "cal" i potenziometri di taratura dei fattori di deflessione e della base dei tempi (cerchiati di verde nella figura). Vanno ruotati completamente in senso orario.
- La seconda cosa da fare è regolare orizzontalmente (tempo) lo zero delle tracce: Si mette il trigger su AUTO, si mettono a zero i segnali in ingresso a CH1 e CH2, commutando su GND i commutatori identificati in rosso, si regola la posizione orizzontale delle tracce con il potenziometro identificato in azzurro, in modo che le tracce riempiano lo schermo (spesso questo va bene fin dall'inizio).
- La terza cosa da fare è regolare verticalmente lo zero delle tracce: Si mette il trigger su AUTO, si mettono a zero i segnali in ingresso a CH1 e CH2, commutando su GND i commutatori identificati in rosso, Si regola la posizione verticale delle tracce con il potenziometro identificato in azzurro, facendo coincidere le due tracce con linee della quadrettatura.
- A questo punto si rimettono i commutatori di ingresso su DC (indicati in azzurro). Regolando il fattore di deflessione verticale (identificato in rosso) si dovrebbero vedere i due segnali.
- Sono possibili due **modi di visualizzazione**:
- Su **auto/norm** si visualizzano  $V(CH1)$  e  $V(CH2)$  in funzione di  $t$ ; questa è la visualizzazione da usare per questa esperienza.
- Invece su **X-Y** si grafica  $V(CH1)$  in funzione di  $V(CH2)$ . Questa visualizzazione verrà usata nella prossima esperienza. Nel caso di segnali sinusoidali su CH1 e CH2, si vede una ellisse. Per questo secondo caso usare la configurazione indicata dai cerchi azzurri e controllare lo zero mettendo i due segnali a GND (indicati in rosso). Si vedrà un puntino che va mosso con i comandi position (indicati in verde) fino a portarlo al centro dello schermo. Rimettendo su off i pulsanti GND si vede l'ellisse, le cui dimensioni verticale ed orizzontale dipendono dalle corrispondenti impostazioni  $V/div$ .

