

Nome e Cognome:

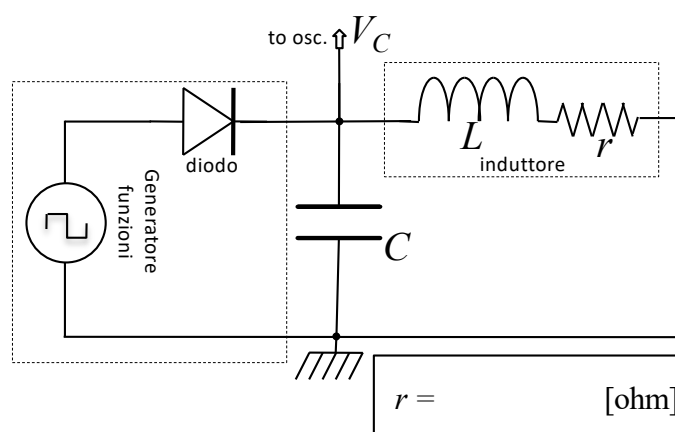
☐ MAR ☐ MER ☐ GIO

Data:

12

Oscillatore smorzato RLC con Arduino

Il circuito di figura, composto da un induttore (si consiglia di usare la coppia di avvolgimenti da 1500+1500 spire in serie) di induttanza L e resistenza interna r e da un condensatore di capacità C , si comporta come un oscillatore armonico smorzato. La parte racchiusa nel box tratteggiato serve per fornire le condizioni iniziali all'oscillatore. Il generatore deve essere regolato in modo da fornire un'onda quadra alternata di frequenza opportuna per permettere la corretta visualizzazione all'oscilloscopio delle oscillazioni smorzate. Allo scopo è anche necessario triggerare opportunamente (sapete come!) l'oscilloscopio. Si consiglia di misurare subito r e di usare, almeno inizialmente, $C = 0.1 \mu\text{F}$ nominali.


 $r =$ [ohm]

Equazione differenziale dell'oscillatore:

$$V_C(t) = Ae^{-t/\tau} \cos(\omega t + \varphi)$$

Espressioni

 $A =$ $\varphi =$ $\tau =$ $\omega =$

1. Scrivete l'equazione differenziale modello che regola l'andamento temporale della carica $Q(t)$ sul condensatore (negli istanti successivi al raggiungimento delle condizioni iniziali, cioè per $t \geq 0$).
2. Nell'ipotesi di oscillazioni debolmente smorzate, l'andamento atteso per il segnale $V_C(t)$ è quello riportato nel riquadro. Determinate le relazioni che legano i parametri (costanti) della soluzione, A e φ , alle condizioni iniziali "fisiche" Q_0 e I_0 (carica iniziale sul condensatore e corrente iniziale nella maglia). Inoltre determinate le espressioni del tempo di smorzamento τ e della frequenza angolare ω in funzione di r , L , C .
3. Inizialmente regolate l'ampiezza V_G dell'onda quadra fornita dal generatore in modo che essa sia di qualche V: per questa regolazione dovete collegare l'oscilloscopio direttamente all'uscita del generatore di funzioni. Tornate a osservare il segnale $V_C(t)$ e illustrate cosa si vede nei "primi" istanti dell'evoluzione, quando l'onda quadra V_G è "appena" passata al valore negativo: come commento, va benissimo un disegno, purché ben fatto e, possibilmente, con un abbozzo di scala verticale! Ovviamente per questo scopo è indispensabile triggerare l'oscilloscopio in maniera opportuna. Dovreste notare un comportamento transitorio che, all'inizio, è non oscillante. Commentate brevemente anche sulle possibili interpretazioni di questo fenomeno.
- 3bis. Facoltativo: per corroborare le ipotesi di interpretazione del transitorio non oscillante sulla base di quanto discusso a lezione, potete provare un semplice esperimento, in cui collegate una piccola resistenza (per esempio $R = 33$ o 68 ohm, nominali) in parallelo al diodo. Provateci e vedete cosa succede, mettendolo in relazione con la presenza del transitorio iniziale di cui al punto precedente.
- 3ter. Facoltativo: sarebbe bellino se trovaste il tempo e il modo, sempre allo scopo di corroborare le ipotesi di interpretazione, di realizzare una semplicissima verifica sperimentale che mostri come il diodo entra in conduzione nella fase del transitorio iniziale non oscillante. Caso mai, scrivete nei commenti cosa avete fatto e cosa avete ottenuto.

Commenti (segue a pagina dopo):

Commenti (segue da pagina prima e se non basta andate all'ultima pagina):

12

4. Supponendo $I_0 = V_G/r$ e $Q_0 = CV_G$, stimate (senza incertezze!) il valore dell'energia iniziale “elettrica” U_E e “magnetica” U_M . Per questa stima usate $L = 0.5$ H nominale.

espressioni	stime senza incertezza	
$U_E =$	\sim	[J]
$U_M =$	\sim	[J]

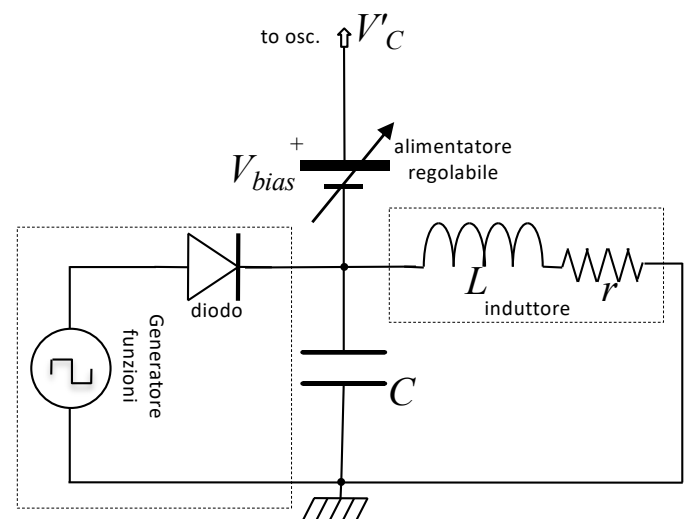
5. Usando l'oscilloscopio, misurate lo (pseudo)-periodo T per diverse scelte di C , come da tabella (indicate la tolleranza). Inoltre trovate un modo elegante per determinare il tempo di smorzamento τ sempre usando l'oscilloscopio, e usatelo nelle misure (se volete, omettete l'incertezza). Controllate la congruenza con le aspettative per gli pseudo-periodi. A questo scopo, considerate i rapporti T_{III}/T_I e T_{II}/T_I nell'ipotesi di oscillatore (molto) sotto-smorzato e confrontateli con quanto atteso (usare i rapporti permette di non servirsi del valore di L , virtualmente incognito).

pedice	C [μF]	T [] misura	τ [] misura (volendo, senza incertezze)
I	$0.1 \pm$		
II	$0.22 \pm$		
III	$0.47 \pm$		

	Valore atteso (con incertezza!)	Valore ricavato dalle misure
T_{II}/T_I		
T_{III}/T_I		

6. Il passo successivo prevede di: (i) aggiustare l'ampiezza dell'onda quadra prodotta dal generatore di funzioni in modo che gli effetti di cui al punto 3 siano non più visibili, cioè che il segnale segua (sufficientemente bene, a occhio!) l'andamento oscillatorio previsto;

(ii) aggiungere al segnale V_C un bias continuo V_{bias} tale da ottenere un segnale V'_C sempre positivo e minore di circa 3.2 V, quindi adatto a essere registrato con Arduino Due. A questo scopo dovete realizzare il circuito di figura in cui V_{bias} è fornito dall'alimentatore regolabile che avete sul banco: state attenti nel regolarlo agendo sulla manopola VOLTAGE (fate attenzione alla logica con cui avviene la regolazione)!



Prosegue commenti:

12'

Robe facoltative ulteriori

10. Operazioni banali e abbastanza immediate sono cambiare gli avvolgimenti dell'induttore (usarne uno solo tra quello esterno e quello interno, oppure tutti e due ma collegati in anti-serie, o in parallelo, o in anti-parallelo) o esplorare ulteriori valori di C . Se lo fate, scrivete da qualche parte cosa ottenete (potete tranquillamente acquisire dei dati con Arduino e lavorarci poi in seguito, compresa la FFT!).
11. Se lo ritenete interessante, potreste provare ad acquisire con Arduino anche la fase transitoria di cui al punto 3. A questo scopo dovete regolare in modo opportuno V_{bias} : state attenti, perché il rischio di bruciare Arduino è molto alto (caso mai possiamo provare a lavorarci assieme)

Eventuali commenti sulle robe facoltative: