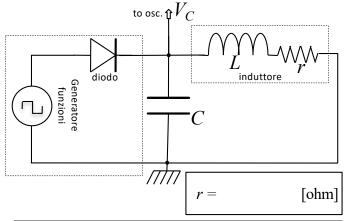
Nome e Cognome:	□mar Data:	□MER	□GIO	(12)
-----------------	---------------	------	------	------

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 visualizzazione all'oscilloscopio corretta oscillazioni smorzate. Allo scopo è anche necessario opportunamente (sapete l'oscilloscopio. Si consiglia di misurare subito r e di usare, almeno inizialmente, $C = 0.1 \mu F$ nominali.

- 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 $t \ge 0$).
- 2. Nell'ipotesi di oscillazioni <u>debolmente smorzate</u>, l'andamento atteso per il segnale $V_C(t)$ è quello riportato nel riquadro. Determinate le relazioni che legano i parametri (costanti) della soluzione, $A \in \varphi$, alle condizioni iniziali "fisiche" $Q_0 \in I_0$ (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.



Equazione differenziale dell'oscillatore:

$V_C(t) = Ae^{-t/\tau}\cos(\omega t + \varphi)$	Espressioni
A =	
$oldsymbol{arphi}=$	
au =	
$\omega =$	

Page 1 of 4

- 3. <u>Inizialmente</u> regolate l'ampiezza V_G dell'onda quadra fornita dal generatore in modo che essa sia di <u>qualche V</u>: 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 disegnino, purché ben fatto e, possibilmente, <u>con un abbozzo di scala verticale!</u> 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. <u>Facoltativo</u>: 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) <u>in parallelo</u> al diodo. Provateci e vedete cosa succede, mettendolo in relazione con la presenza del transitorio iniziale di cui al punto precedente.
- 3ter. <u>Facoltativo</u>: 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.

cosa avete ottenuto.	
Commenti (segue a pagina dopo):	

(12)

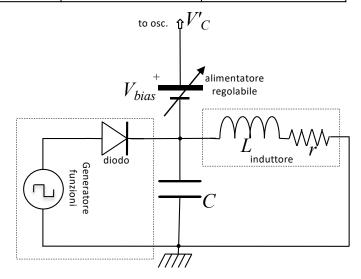
- 4. Supponendo $I_0=V_G/r$ e $Q_0=CV_G$, stimate (senza incertezze!) il valore dell'energia iniziale "elettrica" U_E e "magnetica" U_M . Per questa stima usate $L=0.5~{\rm H}$ nominale.
- 5. Usando l'oscilloscopio, misurate (pseudo)-periodo T per diverse scelte di C, come da tabella (indicate la tolleranza). Inoltre trovate un modo elegante per determinare il tempo di smorzamento τ sempre usando l'oscilloscopio, e usatelo nelle volete. misure (se 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) sottosmorzato e confrontateli con quanto atteso (usare i rapporti permette di non servirsi del valore di *L* , virtualmente incognito).

	espressioni		stime senza incertezza
$U_E =$		~	[J]
$U_{M}=$		~	[J]

pedice	C [μF]	T [] ^{misura}	τ [] misura (volendo, senza incertezze)
I	0.1 ±			
II	0.22 ±			
III	0.47 ±			

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

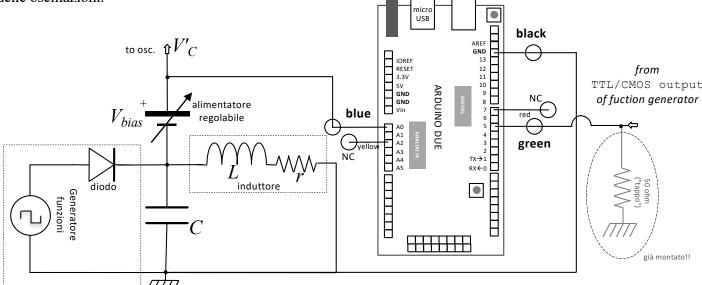
6. Il passo successivo prevede di: (i) aggiustare l'ampiezza dell'onda quadra prodotta dal generatore di funzioni in modo che gli effetti di cui al punto 3 siano non più visibili, cioè che il segnale segua (sufficientemente bene, a occhio!) l'andamento oscillatorio previsto;



(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)! Page 2 of 4

Nome e Cognome:	□MAR □MER □GIO Data:	12

Solo dopo aver verificato attentamente il punto precedente, siete pronti per collegare Arduino Due secondo lo schema seguente. Si consiglia di osservare continuativamente il segnale V_C ' all'oscilloscopio per verificare che esso si mantenga sempre positivo (e sufficientemente ampio) per qualsiasi scelta di C che farete poi. Per le acquisizioni userete la coppia sketch (dovrebbe essere già caricato su Arduino) e script ardp2 che già conoscete benissimo. Ricordate che è necessario alimentare Arduino (collegarlo al PC tramite USB) prima di eseguire i collegamenti con il circuito. State attenti a realizzare in maniera corretta il collegamento con l'uscita TTL/CMOS output del generatore di funzioni, necessaria per sincronizzare il campionamento con l'inizio delle oscillazioni.



- 8. In termini generali, i record acquisiti vi serviranno per due motivi distinti: (i) per eseguire subito in laboratorio dei best-fit; (ii) per divertirvi con la FFT nel prossimo esercizio/relazione obbligatoria (dunque i dati vanno presi e conservati con attenzione). Nel primo caso dovrebbero essere sufficienti record abbastanza corti e con relativamente pochi (pseudo)-periodi, mentre nel secondo è meglio avere record lunghi (vanno bene, anzi meglio, anche non mediati) e con almeno una decina di pseudo-periodi. Occhio che, se volete acquisire tanti periodi, dovete dare tempo all'oscillatore di smorzarsi completamente, e questo implica di regolare in modo opportuno la frequenza del generatore di funzioni!
- Come analisi dati da svolgere necessariamente in laboratorio, acquisite il segnale V_C ' con Arduino per tre scelte di C, come da tabella. Disegnate i grafici V_C ' vs t corrispondenti e fatene un best-fit secondo la funzione modello, di cui indicare nei commenti i parametri lasciati liberi nel best-fit, allo scopo di determinare i valori di T e τ . Occhio che, stavolta, potete proprio fare un best-fit con tutti i crismi, compreso il χ^2 ! Usate i valori di T e la conoscenza di C (nominale, con tolleranza) per determinare indirettamente L e quelli di τ e di L (appena determinato) per ottenere il valore di r nelle specifiche condizioni sperimentali. In particolare, per quanto riguarda r commentate sulla congruenza con la misura con il tester fatta all'inizio e su eventuali variazioni del valore ottenuto in funzione di C. Non è necessario, anzi è concettualmente sbagliato convertire V_C in unità fisiche.

Pedice	C [μF]	T [] dal best-fit	τ	al best-fit	$L \ [\mathrm{H}]$ "indiretta"	r [ohm]
I	0.1 ±						
II	0.22 ±						
III	0.47 ±						

Comn	nenti sul best-fit	t e quant'altro (prosegue	a pagina dopo):	
III	0.47 ±			
II	0.22 ±			

Page 4 of 4

	(12')
Robe facoltative ulteriori	
 10. Operazioni banali e abbastanza immediate sono cambiare gli avvolgimenti di quello esterno e quello interno, oppure tutti e due ma collegati in anti-serie, o esplorare ulteriori valori di C. Se lo fate, scrivete da qualche parte cosa 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 fi questo scopo dovete regolare in modo opportuno V_{bias}: state attenti, perché il ri 	in parallelo, o in anti-parallelo) o ottenete (potete tranquillamente ase transitoria di cui al punto 3. A
	schio di bruciare Arduino e molto
alto (caso mai possiamo provare a lavorarci assieme)	schio di bruciare Arduino e molto
alto (caso mai possiamo provare a lavorarci assieme) Eventuali commenti sulle robe facoltative:	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto
	schio di bruciare Arduino e molto