

Nome e Cognome:

☐ MAR ☐ MER ☐ GIO

Data:

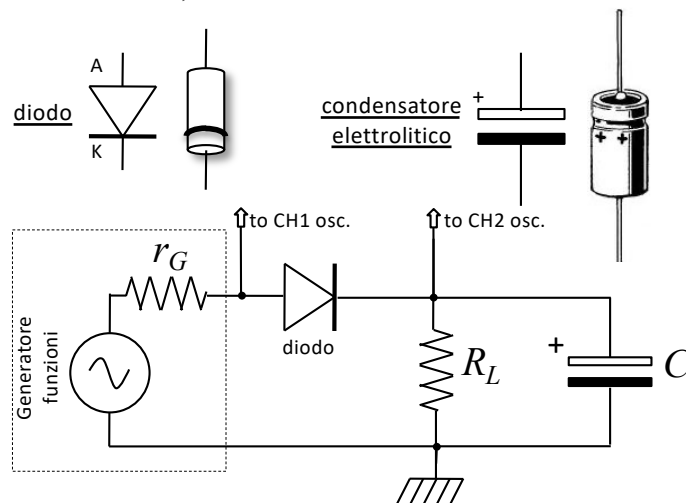
9

Raddrizzatore/livellatore e resistenza dinamica del diodo

L'esercitazione si divide in due parti che condividono l'impiego di un diodo al silicio a giunzione bipolare p-n. Nella prima parte dovete montare un circuito raddrizzatore a singola semionda con livellatore, nella seconda misurare la resistenza dinamica del diodo. Nessuna delle due parti è facoltativa.

Nella prima parte dell'esercitazione dovete costruire e analizzare semi-quantitativamente un raddrizzatore a singola semionda seguito da livellatore. Per questo circuito, che normalmente include un trasformatore, voi userete il generatore di funzioni impostato per una forma d'onda sinusoidale alternata a frequenza $f \sim 50$ Hz (ampiezza consigliata $\sim 10 V_{pp}$).

Il circuito da montare è mostrato in figura. Avete a disposizione sia condensatori elettrolitici che a carta/poliestere: lo schema fa riferimento al condensatore elettrolitico che, essendo "polarizzato", deve essere montato come richiesto: guardate la figurina per capire quali sono i "poli" rilevanti, e fate lo stesso anche per il diodo. Inizialmente si consiglia di usare $C = 2.2 \mu F$ (nominali, a carta/poliestere) e un carico resistivo $R_L = 6.8 \text{ kohm}$ (nominali).



1. Prima di collegare il condensatore osservate le forme d'onda in CH1 e CH2 dell'oscilloscopio. Quindi collegate il condensatore e commentate brevemente nel riquadro come e perché si modifica la forma d'onda di CH2 (vanno bene semplici disegni, purché chiari, significativi e fatti bene e uniti a un minimo di spiega).

Commenti:

2. Misurate i valori massimo e minimo (V_{MAX} e V_{MIN}) del segnale ai capi del condensatore, cioè su CH2 (ovviamente riferito alla linea di massa, o terra) e misurate direttamente l'ampiezza del ripple $\Delta V_{ripple} = V_{MAX} - V_{MIN}$. Usate due diversi valori per C , come in tabella, e almeno un paio di valori di R (scegliendoli sempre superiori a 0.68 kohm) Fate attenzione nell'impostare adeguatamente l'accoppiamento di ingresso dei canali dell'oscilloscopio per le diverse misure e ricordate che fare una misura diretta non significa calcolare la differenza matematica $V_{MAX} - V_{MIN}$!

	$C = 2.2 \mu F$ (carta/poliestere) (nominale)			$C = 100 \mu F$ (elettrolitico) (nominale)		
R (nominale)	V_{MAX} []	V_{MIN} []	ΔV_{ripple} []	V_{MAX} []	V_{MIN} []	ΔV_{ripple} []

3. Date nei commenti a pagina dietro un'interpretazione grossolana (ma valida!) della dipendenza dall'ampiezza del ripple con i parametri del circuito. Inoltre, essendo evidente che nel processo osservato è coinvolta la carica/scarica del condensatore, stimate con una "misura grossolana" il tempo caratteristico di scarica $\tau_{scarica}$ del condensatore e scrivete cosa vi aspettate per $\tau_{scarica}$ e τ_{carica} .

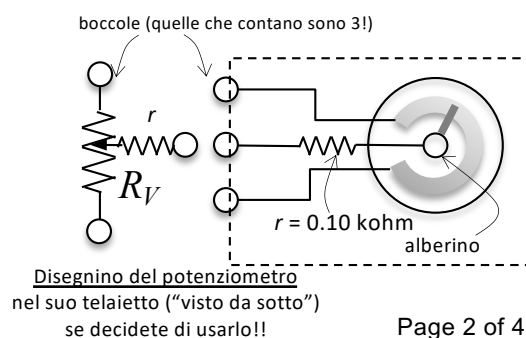
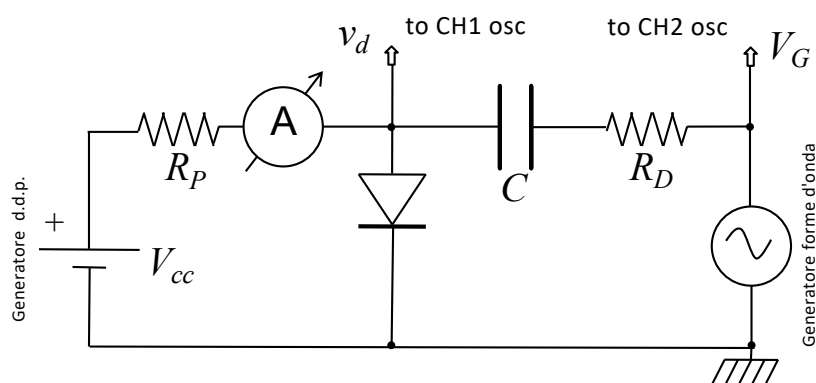
Commenti (tutti quelli richiesti nel punto 3):

9

La seconda parte dell'esercitazione richiede di misurare indirettamente la “resistenza dinamica” r_d del diodo per alcune correnti di lavoro I_q ottenute polarizzando il diodo direttamente.

Il circuito è rappresentato in figura: la maglia “di sinistra” serve per polarizzare il diodo, cioè per determinare il punto di lavoro della giunzione. La corrente di lavoro I_q è misurata con l'amperometro e come generatore di d.d.p. userete l'alimentatore regolabile disponibile sul banco. La d.d.p. generata, denominata V_{cc} , può essere regolata agendo sulla manopola VOLTAGE: dopo aver premuto la manopola potete variare, ruotando la manopola stessa, la cifra della d.d.p. che lampeggia nel display dello strumento (premendo sequenzialmente potete accedere alla regolazione di tutte le cifre disponibili). Siete pregati di non toccare la manopola CURRENT, che troverete regolata in modo da impedire un eccessivo passaggio di corrente. Per variare I_q in modo da eseguire diverse misure, avete due modalità: (i) tenere fissa V_{cc} , per esempio a circa 5 V, e usare come R_p una resistenza variabile, o potenziometro (quello che troverete sul banco ha una resistenza massima $R_V = 4.7 \text{ kohm}$, nominale); (ii) tenere fissa R_p (si consiglia per esempio 0.33 o 0.68 kohm) e modificare V_{cc} . Quest'ultima modalità potrebbe risultare decisamente più pratica ed efficace. Notate che il display dell'alimentatore regolabile ha una sensibilità di 0.01 V, ma che non è nota la sua incertezza di calibrazione. Ricordate comunque di tenere nota della V_{cc} impiegata e anche di misurare R_p nel caso in cui la manteniate costante nell'esperimento [modalità (ii)], cosa che vi servirà al termine dell'esercitazione. Si consiglia di variare I_q nel range approssimativo 1 – 25 mA.

La maglia “di destra” serve per fornire al diodo una piccola tensione alternata e sinusoidale $v_d(t)$ sovrapposta a quella continua di polarizzazione (V_q) e consentire la misura indiretta della corrente i_d ad essa associata. A questo scopo viene impiegata la resistenza R_D (valori ragionevoli 0.33-0.68 kohm nominali – troverete sul banco un telaio che contiene un'ulteriore resistenza da 0.68 kohm nominali). Si consiglia di usare frequenze di circa 1 kHz, tali da rendere presumibilmente trascurabile l'impedenza del condensatore di "disaccoppiamento" (sceglietelo di capacità grandicella, tipo 1 μF nominale). Inoltre l'ampiezza del generatore di funzioni va regolata in modo che la tensione alternata $v_d(t)$ applicata al diodo è letta su CH1 osc. sia piccola (si raccomanda $v_d \leq 5 \text{ mV}_{pp}$). Per visualizzare questo debole segnale alternato in modo più agevole potete usare il condensatore montato su “tee”-BNC che avete già usato e che trovate sul banco; inoltre dovete ricordare come si fa a ottenere un segnale attenuato dal generatore di funzioni!



Nome e Cognome:

☐MAR ☐MER ☐GIO

Data:

9'

4. Lo scopo della misura è quello di valutare $r_d = v_d / i_d$ per diverse scelte di I_q . L'ampiezza, o ampiezza picco-picco, v_d , è misurata direttamente all'oscilloscopio (CH1), mentre i_d può essere determinata a partire dalla differenza $V_G - v_d$. In prima approssimazione potete: (i) trascurare l'impedenza del condensatore; (ii) trascurare la corrente alternata che fluisce nella maglia "di sinistra"; (iii) trascurare l'effetto della resistenza interna dell'oscilloscopio. Al termine dell'esperimento siete invitati a discutere quantitativamente la validità di queste approssimazioni nei commenti. Inoltre dovete anche valutare la resistenza "efficace" (o "effettiva") del diodo, $R_{eff} = V_q / I_q$: a questo scopo dovete anche misurare V_q (ovviamente usando in modo opportuno il CH1 dell'oscilloscopio!).

Misura $R_P =$ []	Misura $R_D =$ []
5. Misurate R_D e scrivete le equazioni che consentono di determinare i_d e r_d . Scrivete anche l'espressione per il valore atteso $r_{d,att}$ che si ottiene linearizzando l'equazione di S.: potete valutare <u>quantitativamente</u> nei commenti l'errore di modello dovuto alla linearizzazione	Espressioni $i_d =$ (deve contenere V_G, v_d, R_D) $r_d =$ (deve contenere V_G, v_d, R_D) $r_{d,att} \sim$

6. Riportate nelle tabelle seguenti (sono due per esigenze tipografiche), per alcune scelte del punto di lavoro, le misure di I_q , V_q , R_{eff} , v_d , i_d , r_d e il valore atteso corrispondente, $r_{d,att}$. Inoltre, nel caso in cui l'abbiate variata, riportate anche la misura "nominale" (senza errore, che non possiamo attribuire!) di V_{cc} indicata dal display dell'alimentatore regolabile. Fate attenzione: al variare di I_q l'ampiezza v_d può (anzi, deve) cambiare: dovete fare in modo che essa rimanga sempre $v_d \leq 5 \text{ mV}_{pp}$ agendo sulla regolazione dell'ampiezza del generatore di forme d'onda, e quindi variando V_G .

	I_q []	V_q []	R_{eff} []	V_{cc} []
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

	V_G []	v_d []	i_d []	r_d []	$r_{d,att}$ []
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

7. Per questo punto dovete impiegare il grafico I-V qui sotto, che rappresenta un'equazione di S. calcolata. Il grafico è generico e non specifico per il diodo che state impiegando: per renderlo più adatto ai vostri scopi dovete determinare in maniera ragionevole la scala dell'asse verticale, che è muta: inventatevi un buon modo per farlo! Quindi, avendo stabilito la scala verticale del grafico, potete disegnarci sopra qualche retta di carico corrispondente a qualche scelta di I_q : notate che questa operazione è più semplice se avete impiegato la modalità (ii) di pagina precedente, cioè una sola R_p e vari valori di V_{cc} . Infine, potete stimare graficamente la resistenza dinamica (basta farlo in un solo punto di lavoro!) e confrontarla con la misura. Notate: tutto deve essere fatto graficamente a mano, usando penna e righello!

9'

