

Nome e Cognome:

☐ LUN ☐ MER ☐ GIO

Data:

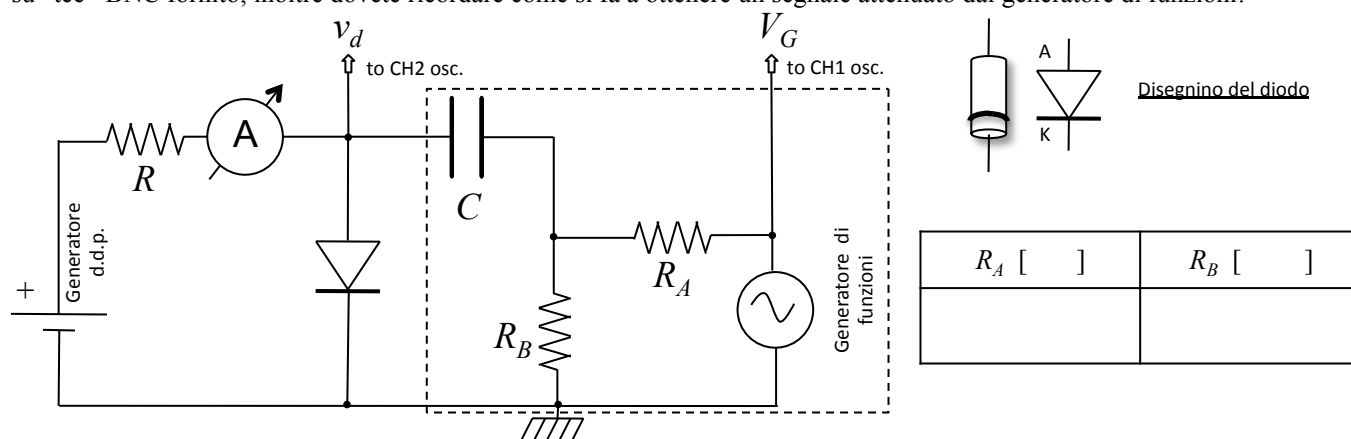
9

Resistenza dinamica del diodo (e raddrizzatore/livellatore)

Scopo di questa parte dell'esperienza è misurare indirettamente la "resistenza dinamica" r_d del diodo per alcune correnti di lavoro I_q , ottenute polarizzando il diodo direttamente con diversi valori di una resistenza "di polarizzazione". La misura richiede di montare il circuito di figura: $R_A = 6.8 \text{ kohm}$ e $R_B = 680 \text{ ohm}$ costituiscono un partitore di tensione preassemblato (il dispositivo ha tre boccole: attenti a come le collegate, pensateci!), R è una resistenza del banco (da scegliere nel range nominale $330 \text{ ohm} - 6.8 \text{ kohm}$) e per C si consiglia di usare $10 \mu\text{F}$. Misurate le resistenze R_A e R_B con il multimetro e riportatene i valori in tabella (vi serviranno poi).

La maglia "di sinistra" serve per polarizzare il diodo: la corrente di lavoro I_q , che è da misurare con l'amperometro, può essere variata modificando il valore della resistenza di polarizzazione R .

La maglia "di destra" serve per fornire al diodo una piccola tensione alternata sovrapposta a quella continua di polarizzazione. Si consiglia di usare frequenze dell'ordine del kHz, tali da rendere presumibilmente trascurabile l'impedenza del condensatore. Inoltre l'ampiezza del generatore di funzioni va regolata in modo che la tensione alternata v_d applicata al diodo e letta su CH2 osc. sia piccola (si raccomanda $v_d \leq 5 \text{ mV}_{pp}$). Per visualizzare questo debole segnale alternato in modo più agevole dovete selezionare l'opportuno accoppiamento di ingresso per CH2 e potete usare il filtro passa-basso montato su "tee"-BNC fornito; inoltre dovete ricordare come si fa a ottenere un segnale attenuato dal generatore di funzioni!



- Lo scopo della misura è quello di valutare $r_d = v_d / i_d$. L'ampiezza, o ampiezza picco-picco, di v_d è misurata direttamente all'oscilloscopio (CH2), mentre i_d può essere determinata risolvendo l'equazione della maglia "di destra", quella relativa ai segnali alternati. Nella soluzione si può: (i) trascurare la resistenza interna del generatore; (ii) trascurare l'impedenza del condensatore; (iii) trascurare la corrente alternata che fluisce nella maglia "di sinistra", quella dedicata a fornire la corrente di lavoro I_q al diodo; (iv) trascurare l'effetto della resistenza interna dell'oscilloscopio. Al termine dell'esperienza, siete invitati a discutere la validità di queste approssimazioni nei Commenti. Per risolvere l'equazione della maglia in modo elegante, trattate la parte di circuito racchiusa nel box tratteggiato come un generatore di Thévenin. Determinate allora le espressioni della resistenza di Thévenin R_{TH} e della tensione di Thévenin V_{TH} , quest'ultima in funzione dell'ampiezza del segnale fornito dal generatore (qui supposto ideale), V_G , che nell'esperienza è misurata direttamente con l'oscilloscopio (CH1).

Espressioni	
$R_{TH} =$	$V_{TH} =$
(deve contenere R_A e R_B)	(deve contenere V_G , R_A e R_B)
2. Scrivete l'equazione della maglia "di destra" tenendo conto delle approssimazioni sopra elencate. L'equazione richiesta deve legare i_d a V_{TH} , v_d e R_{TH} (niente di meno e niente di più!).	Espressione
	$i_d =$
3. Scrivete l'equazione di Shockley che lega I a V in un diodo a giunzione bipolare e determinate l'espressione (approssimata) del valore atteso della resistenza dinamica $r_{d,att}$ supponendo $V \gg \eta V_T$ e partendo dalla definizione:	Espressioni
	$I(V) =$
	Shockley
	$r_{d,att} \sim$

4. Riportate in tabella, per alcune scelte di R (nel range 330 ohm – 6.8 kohm), le misure della corrente di lavoro I_q , dell'ampiezza V_G del segnale del generatore e dell'ampiezza v_d della tensione alternata applicata al diodo. Fate attenzione: al variare di R l'ampiezza v_d può (anzi, deve) cambiare: dovete fare in modo che essa rimanga sempre ≤ 5 mV_{pp} agendo sulla regolazione dell'ampiezza del generatore di funzioni, e quindi variando V_G .

Valore nom.	Misure		
R []	I_q []	V_G []	v_d []

5. Usando le espressioni scritte in precedenza, determinate V_{TH} , R_{TH} (naturalmente questo valore è sempre lo stesso in tutte le righe della tabella!) e l'intensità di corrente alternata i_d che scorre nella maglia, e pertanto nel diodo, con le proprie incertezze. Infine valutate la resistenza dinamica $r_d = v_d / i_d$ e il suo valore atteso $r_{d,att}$.

Da determinare basandosi sulle espressioni trovate prima e usando le misure				
V_{TH} []	R_{TH} []	i_d []	$r_d = v_d / i_d$ []	$r_{d,att}$ []

6. Facoltativo, ma consigliato: lavorando di algebra, scrivete l'espressione esplicita che lega r_d alle grandezze misurate (R_A , R_B , V_G , v_d) e usatela per almeno una scelta di R . Applicate la propagazione dell'errore direttamente a questa espressione per valutare l'incertezza su r_d . Il risultato ottenuto per l'incertezza potrebbe essere diverso da quello riportato nella tabella precedente.

Espressione esplicita

$$r_d =$$

Valore ottenuto (o valori ottenuti, se fatto per più scelte di R)

$$r_d = \quad [\quad]$$

7. Per questo punto dovete impiegare il grafico I-V disponibile sul banco, che rappresenta l'"equazione di Shockley". 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. Per farlo, potete misurare anche la d.d.p. "di polarizzazione" (quella continua, generata dalla maglia di sinistra) ai capi del diodo, che qui chiamiamo V_q . Potete fare la misura usando diversi strumenti (oscilloscopio e multimetri): fate la scelta che ritenete migliore, scrivendola sul foglio del grafico. Quindi, avendo stabilito la scala verticale del grafico, potete disegnarci sopra la retta di carico corrispondente a una scelta di R e individuare il punto di lavoro del diodo. Infine, potete stimare graficamente la resistenza dinamica e confrontarla con la misura. Notate: è sufficiente applicare la procedura a una sola scelta di R ; tutto deve essere fatto graficamente a mano, usando penna e righello, e dovete ovviamente considerare quanto ottenuto come una stima grossolana.
8. Fate qualche commento conclusivo sulla valutazione di r_d . Ad esempio: (i) confrontate il valore misurato con quello atteso $r_{d,att}$ (che potete solo stimare, senza incertezza) per i vari valori di I_q esplorati, stabilendo se l'andamento con I_q è in accordo con le aspettative e dando qualche possibile interpretazione fisica per le eventuali deviazioni; (ii) controllate e interpretate le eventuali discrepanze nella valutazione dell'incertezza su r_d usando l'espressione esplicita o la combinazione dei valori, con relative incertezze, delle varie grandezze che entrano nel calcolo; (iii) verificate quantitativamente le approssimazioni eseguite, listate a pagina precedente; (iv) valutate la compatibilità tra la misura di r_d e stima grafica. Scrivete commenti e quant'altro sul foglio del grafico (ne basta uno per gruppo).

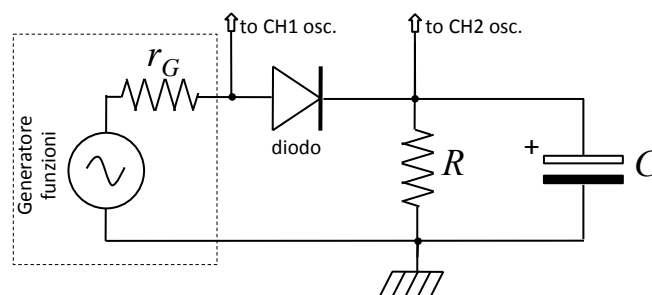
Nome e Cognome:

☐ LUN ☐ MER ☐ GIO

Data:

9'

Questa parte dell'esperienza può essere considerata facoltativa (ma molto consigliata). Essa prevede la realizzazione di un raddrizzatore a singola semionda seguito da livellatore. Per questo circuito, che normalmente include un trasformatore, voi userete il generatore di funzioni impostato per onda sinusoidale alternata a frequenza $f \sim 50$ Hz (ampiezza consigliata ~ 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 nel verso indicato richiesto. Inizialmente si consiglia di usare $C = 2.2$ μ F (nominali, a carta/poliestere) e un carico resistivo $R = 6.8$ kohm (nominali).



9. 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 vista su CH2.

Commenti:

10. 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 l'intervallo temporale $\Delta t = |t_{MAX} - t_{MIN}|$ che intercorre tra di loro (fase di "scarica" del condensatore). Misurate direttamente l'ampiezza del ripple $\Delta V_{ripple} = V_{MAX} - V_{MIN}$. Usate due diversi valori per C , come in tabella, e misurate R . Fate attenzione nello scegliere 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 $V_{MAX} - V_{MIN}$!

$R =$		[kohm] (misurato)		
C (nominale)	V_{MAX} []	V_{MIN} []	Δt []	ΔV_{ripple} []
2.2 μ F (carta/poli.)				
100 μ F (elettrolitico)				

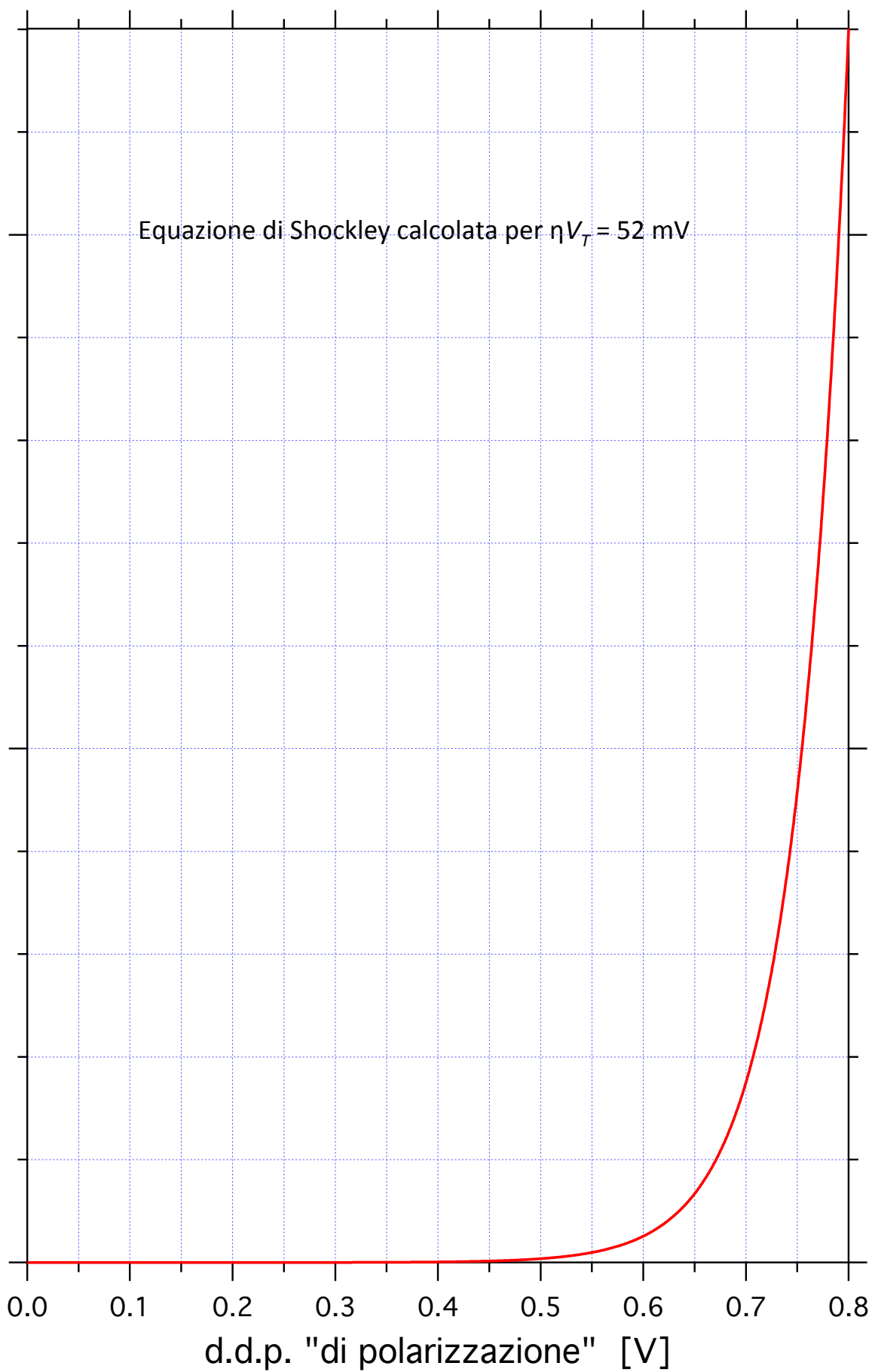
11. Facoltativamente, determinate l'espressione che lega V_{MAX} , V_{MIN} e Δt al tempo di scarica τ del condensatore e la sua approssimazione per $V_{MAX} - V_{MIN} \ll V_{MIN}$; scrivete poi la (semplice e approssimata!) espressione per il valore atteso τ_{att} .

Espressione "generale"	Approssimazione	Espressione
$\tau =$	$\tau \sim$	$\tau_{att} =$

12. Facoltativo (molto): valutate τ per i due diversi valori di C e confrontatene il valore con quanto atteso.

C (nom.)	τ []	τ_{att} []
2.2 μ F		
100 μ F		

I []



$V_q =$ []
Misura di V_q fatta con:
per $R =$ [] (basta il valore nominale)

Usate il retro del foglio per i Commenti