

Nome e Cognome:

 LUN MAR GIO

Data:

11

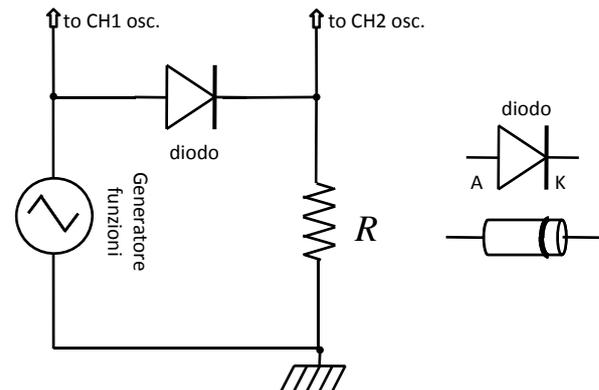
Curva I-V del diodo e resistenza dinamica

Lo scopo dell'esperienza è: (a) “visualizzare”; (b) ricostruire per punti la curva caratteristica I-V; (c) valutare la “resistenza dinamica” di un diodo a giunzione bipolare di silicio.

1. Come prima cosa, trovate qui a destra la funzione $I(V)$ (corrente in funzione della differenza di potenziale applicata) che vi aspettate descriva il comportamento del diodo (modello di Shockley).

$$I(V) = I_0 \left(e^{\frac{V}{\eta V_T}} - 1 \right) \quad \text{con: } V_T = \frac{k_B T}{q_{unit}}, \eta \approx 2, q_{unit} \cong 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$$

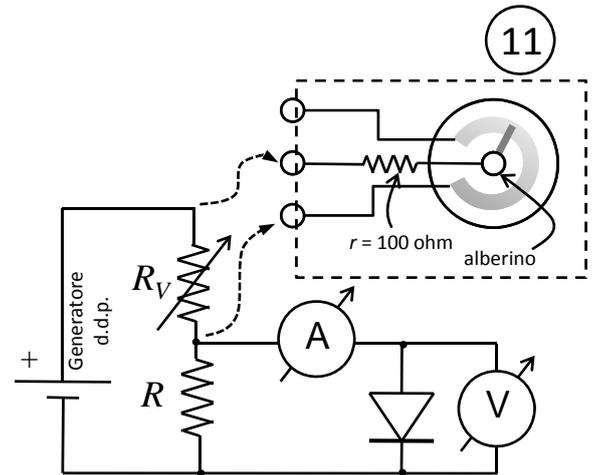
2. Per la “visualizzazione” montate il semplice circuito di figura (si consiglia di usare $R = 680 \text{ ohm}$), regolando l'ampiezza dell'onda prodotta dal generatore attorno a 10 V_{pp} e la frequenza a poche centinaia di Hz. Eseguite le vostre osservazioni, da commentare in modo sintetico nel riquadro qui sotto, usando l'oscilloscopio sia in modalità Y-t che in modalità Y-X: in questa modalità dovrete essere in grado di stimare grossolanamente la tensione di soglia V_{thr} del diodo. Usate un'onda triangolare (potete comunque provare anche con sinusoidale e quadrata).



Breve commento all'osservazione:

cosa si vede e perché (sia in Y-t che in Y-X), stima di V_{thr} , etc.

2. Per ricostruire la curva caratteristica I-V dovete misurare la corrente che passa nel diodo in funzione della d.d.p. applicata (in “polarizzazione diretta”). A questo scopo si consiglia di montare il circuito di figura, in cui $R = 330 \text{ ohm}$ (per esempio) e R_V è un resistore variabile, o potenziometro. Il disegno mostra come è collegato il potenziometro alle boccole (per alcuni dispositivi tra quelli disponibili in laboratorio c'è qualche piccola differenza!). Notate il resistore r montato in serie: la resistenza di R_V può variare, in genere, da circa 100 ohm a circa 5 (o 10) kohm.



3. Riportate le letture di V e I al variare della posizione della manopola del potenziometro in tabella. Per motivi che spiegherete nel riquadro dei commenti, l'intervallo di tensioni ottenibili è compreso generalmente tra circa 0.2 e 0.8 V. Cercate di prendere un buon numero di misure a tensioni prossime e superiori a V_{thr} , stando attenti alla grande “sensibilità” della manopola, e quindi costruite un grafico, da cui potrete stimare V_{thr} . Purtroppo, vista la forte correlazione tra i parametri I_0 e η che compaiono nella funzione $I(V)$, e anche a causa delle carenze del modello (ad esempio perché non vi si considerano le resistenze interne di giunzione), un best-fit non è immediato. Facoltativamente potete provare un best-fit alla funzione “invertita”, cioè alla $V(I)$.

	V [mV]	I [mA]		V [mV]	I [mA]
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
10			0		

Commenti: intervallo di tensione esplorabile (se non vi sembra troppo limitato considerando che il generatore fornisce circa 5 V...), stima grossolana di V_{thr} , etc.

Nome e Cognome:

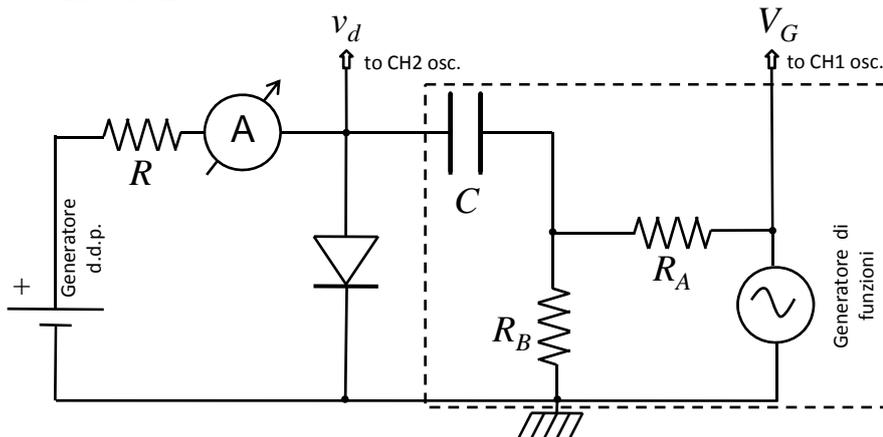
 LUN MAR GIO

Data:

11'

4. Per valutare la “resistenza dinamica” r_d del diodo montate il circuito di figura. In esso, $R_A = 6.8 \text{ kohm}$ e $R_B = 680 \text{ ohm}$ sono preassemblate (il dispositivo ha tre boccole: attenti a come le collegate!), R è una resistenza del banco a vostra scelta compresa tra 330 ohm e 6.8 kohm (valori nominali), e per C si consiglia di usare $10 \mu\text{F}$. Misurate le resistenze R_A e R_B con il tester e riportatene i valori in tabella (vi serviranno poi).

Note sul circuito: la maglia “di sinistra” serve per polarizzare il diodo e quindi per fare scorrere nella giunzione una data corrente di lavoro I_q , da misurare con l’amperometro. La maglia “di destra” serve per fornire al diodo una piccola tensione alternata. Si consiglia di usare frequenze dell’ordine del kHz, tali da rendere 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 consiglia $5\text{-}10 \text{ mV}_{pp}$). Per visualizzare questo debole segnale in modo più agevole dovete selezionare l’opportuno COUPLING per CH2 e potete usare il filtro passa-basso montato su “tee”-BNC fornito.



R_A []	R_B []

5. Lo scopo della misura è quello di valutare $r_d = v_d / i_d$ (i simboli minuscoli si riferiscono a grandezze “dinamiche”, cioè alternate). L’ampiezza di v_d è misurata direttamente all’oscilloscopio (CH2), mentre i_d può essere determinato 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 (questa approssimazione è ben giustificata se R è sufficientemente grande, come è). Per risolvere l’equazione della maglia in modo elegante, trattate la parte di circuito racchiusa nel box tratteggiato come un generatore di Thevenin. Determinate allora le espressioni della resistenza di Thevenin R_{TH} e della tensione di Thevenin V_{TH} , quest’ultima in funzione dell’ampiezza del segnale fornito dal generatore, V_G , che nell’esperienza è misurata direttamente con l’oscilloscopio (CH1).

Espressioni	
$R_{TH} =$	$V_{TH} =$

6. 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} . Inoltre determinate l’espressione del valore atteso della resistenza dinamica $r_{d,att}$ supponendo $V \gg \eta V_T$ e partendo dalla definizione: $\frac{1}{r_d} = \frac{dI}{dV} \Big|_{I=I_q}$

Espressioni	
$i_d =$	$r_{d,att} =$

11'

7. Riportate in tabella il valore di R (basta quello nominale!) e 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. Inoltre, usando le espressioni scritte in precedenza, determinate la tensione di Thevenin V_{TH} , la resistenza di Thevenin R_{TH} e la corrente alternata i_d che scorre nella maglia e quindi nel diodo. Infine valutate la resistenza dinamica $r_d = v_d / i_d$. Mi raccomando: occhio alla propagazione degli errori (e cercate di non fare sovrastime arbitrarie, le espressioni sono complesse)! Notate che le tabelle riportano più righe nel caso (facoltativo) in cui vogliate eseguire misure con diverse scelte di R .

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

Da determinare basandosi sulle espressioni trovate prima			
V_{TH} []	R_{TH} []	i_d []	$r_d = v_d / i_d$ []

8. Fate qualche commento conclusivo sulla valutazione di r_d . Ad esempio, potreste confrontarne il valore con quello atteso $r_{d,att}$ secondo l'espressione trovata prima (da calcolare per I_q misurato nell'esperimento) e anche con il valore che potete stimare grossolanamente dal grafico fatto prima [è la pendenza della curva $I(V)$ al dato valore di I_q !].

Commenti conclusivi su r_d :