

Elettronica I

(Ingegneria Biomedica, Elettronica e Telecomunicazioni, Informatica)

Anno Accademico 2004/05

(proff. V. Svelto, G. Martini)

Esperimento n.1

Caratterizzazione di un diodo a giunzione pn

Scopo dell'attività descritta nel seguito è consentire agli studenti di eseguire autonomamente misure di caratterizzazione di un dispositivo non lineare, finalizzate al tracciamento della caratteristica I-V del dispositivo, e alla misura di alcuni suoi parametri.

L'esperimento proposto è basato sul Laboratorio Virtuale messo a disposizione dal MIT di Boston (MA), basato su un'interfaccia Java accessibile via Web. Il laboratorio è costruito attorno a un Semiconductor Parameter Analyzer HP4155B, che è lo strumento effettivamente controllato via Web. Con tale strumento è possibile applicare tensioni e misurare correnti, o applicare una corrente e misurare la tensione dei nodi del circuito. Oltre al diodo sono disponibili altri componenti.

Per accedere al Laboratorio Virtuale occorre prima registrarsi sul sito Web del laboratorio medesimo: <http://ilab.mit.edu/>, tramite il collegamento "New User Registration"; alla voce "Affiliation" scegliere "Other", alla voce "Requested Group" scegliere "Elettronica I, University of Pavia, Italy-request", immettendo tutti gli altri dati richiesti. L'attivazione dell'account richiede circa un giorno, dopo di che è possibile accedere al Laboratorio Virtuale con User ID e Password precedentemente immesse nella fase di registrazione.

E' cura di ciascuno imparare l'uso del Laboratorio Virtuale facendo riferimento al manuale disponibile on-line.

Caratteristica I-V del diodo a giunzione

Per il tracciamento della caratteristica I-V del dispositivo, occorre applicare una differenza di potenziale (variabile in un intervallo comprendente sia valori positivi che valori negativi) ai capi del medesimo e misurare la corrente che lo attraversa. Il legame tra V e I è, com'è noto, esponenziale:

$$I = I_S \left(e^{\frac{V}{V_T}} - 1 \right) \quad (1)$$

dove I_S è la corrente inversa di saturazione e $V_T = \frac{k T}{q}$ è l'equivalente in tensione della temperatura.

Tale andamento è riportato nella Fig.1 in scala lineare, e nella Fig.2 in scala semilogaritmica.

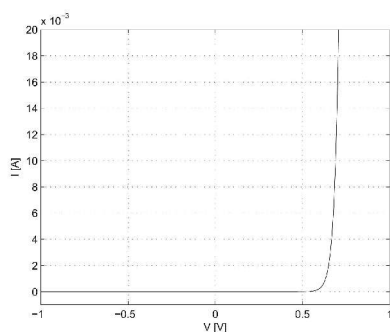


Fig.1

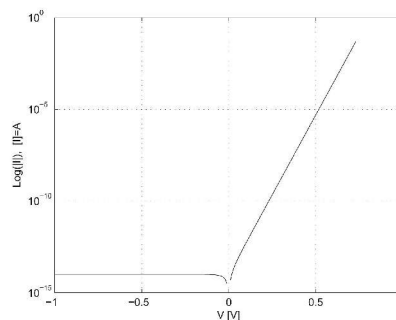


Fig.2

Un modello più accurato tiene conto anche della resistenza serie (v. Fig.3), dovuta al materiale presente tra i contatti ohmici e la giunzione pn:

$$I = I_S \left(e^{\frac{V - I R_S}{V_T}} - 1 \right) \quad (2)$$

In questo caso il grafico I-V si discosta dal precedente a correnti elevate, quando la caduta resistiva $I R_S$ diventa confrontabile con la tensione ai capi della giunzione pn. I grafici in scala lineare e in scala semilogaritmica sono riportati nella Fig.4 e nella Fig.5 rispettivamente.

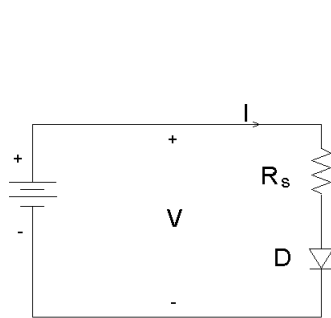


Fig.3

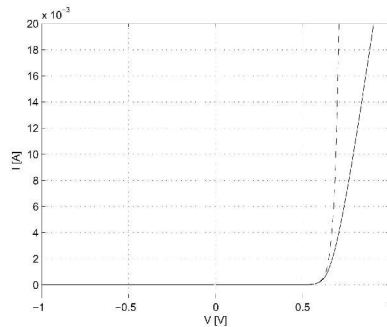


Fig.4

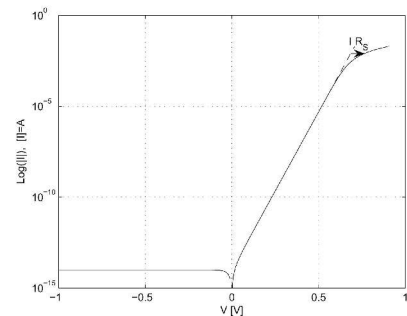


Fig.5

Attività:

- 1) Misurare i valori I e V per disegnare la caratteristica I-V del diodo. Far variare V tra $-1 V$ e $0.8 V$, scegliendo opportunamente il numero di punti; per non danneggiare il diodo è opportuno limitare la corrente massima a $20 mA$. Valutare la differenza tra una scansione di tensione (comandare il diodo con un generatore di tensione e misurare la corrente) e una scansione di corrente (comandare il diodo con un generatore di corrente e misurare la tensione). Dopo aver ottenuto un risultato soddisfacente, scaricare i dati per la successiva elaborazione.
- 2) Disegnare i grafici:
 - i) di I in funzione di V in scala lineare
 - ii) di $\text{Log}(I)$ in funzione di V
- 3) Supponendo che il legame I-V per il diodo sia dato dalla (1), estrarre dalle misure effettuate il parametro I_S .
- 4) Usando il valore di I_S ottenuto precedentemente, estrarre dalle misure il valore della resistenza serie R_S , supponendo che il legame I-V per il diodo sia dato dalla (2) (v. Fig.4).
- 5) Disegnare i grafici:
 - iii) di $\text{Log}(I)$, con I data dalla (1), in funzione di V in scala lineare usando il valore di I_S trovato al punto 3), e confrontarlo con il grafico i).
 - iv) di $\text{Log}(I)$, con I data dalla (2), in funzione di V in scala lineare usando il valore di I_S trovato al punto 3) e il valore di R_S ottenuto al punto 4), e confrontarlo con il grafico ii). E' conveniente risolvere la (2) rispetto a V , imponendo i valori di corrente, e disegnare poi $\text{Log}(I)$ in funzione di V .