

Elettronica I

(proff. F. Maloberti, G. Martini)
Anno Accademico 2008/09

Esperimento n.1 – 01/12/2008 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. E' richiesta una breve relazione sull'attività svolta. 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 "register here"; alla voce "Affiliation" scegliere "Other", alla voce "Requested Group" scegliere "Elettronica I, University of Pavia, Italy", immettendo tutti gli altri dati richiesti. Usare come "Username" il proprio numero di matricola senza "/". L'attivazione dell'account richiede circa un giorno, dopo di che è possibile accedere al Laboratorio Virtuale con "Username" 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 all'indirizzo: <http://weblab2.mit.edu/docs/weblab/v6.1/manual/index.htm>

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, ben descritto dall'equazione:

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

dove I_S è la corrente inversa di saturazione, $V_T = \frac{k T}{q}$ è l'equivalente in tensione della temperatura e $n=1 \div 2$ è un parametro che dipende dalla tecnologia. Tale andamento è riportato nella Fig.1 in scala lineare, e nella Fig.2 in scala semilogaritmica.

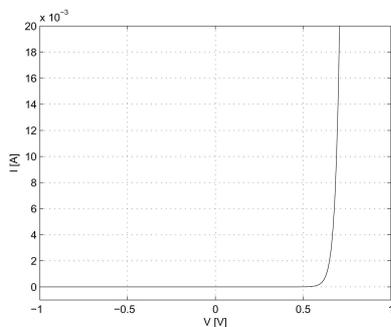


Fig.1

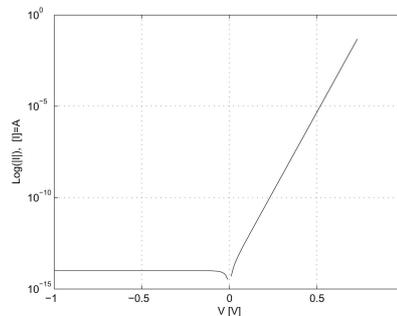


Fig.2

L'eq.(1) si riduce a un esponenziale per $I \gg I_S$. 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:

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

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.

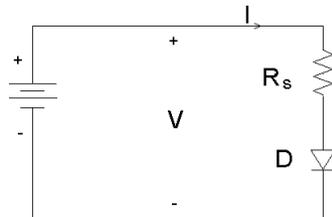


Fig.3

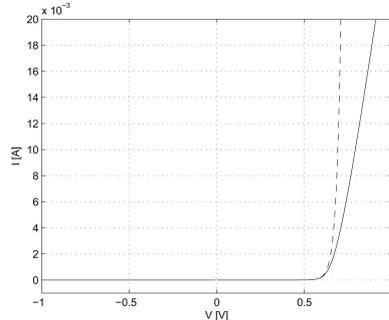


Fig.4

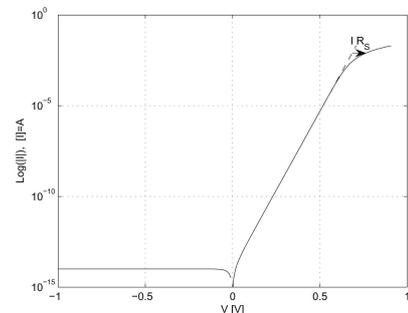


Fig.5

- Attività da svolgere individualmente, eventualmente consultandosi con colleghi di corso:

- 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 i parametri I_S e n , assumendo che V_T abbia il valore corrispondente alla temperatura ambiente standard ($T = 300 K$) (la (1) vale per I piccola, quando nella (2) $I R_S \ll V$)
Suggerimento: il tratto rettilineo inclinato in Fig.5 corrisponde a $I_S \ll I \ll V / R_S$; prolungando la retta fino a $V = 0$...
- 4) Usando i valori di I_S e n ottenuti 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 ii).
 1. 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 .

La relazione scritta sull'attività svolta seguendo la traccia sopra indicata deve essere consegnata entro il 19/12/2008, in forma cartacea. La relazione deve essere predisposta preferibilmente in formato elettronico, usando programmi di elaborazione testi, fogli di calcolo, ecc... (tipo MSOffice, OpenOffice, LaTeX, ...). Il frontespizio della relazione deve essere nel formato disponibile in rete all'indirizzo http://www.unipv.it/ele1/rell_0809.doc; la relazione non deve eccedere le 3 o 4 pagine comprese figure e/o tabelle. E' facoltà dello studente inviare copia della relazione cartacea in formato elettronico stampabile (.ps, .pdf) all'indirizzo: ele1@unipv.it con "subject: Relazione n.1".