



## LABORATORIO DIDATTICO DELLA FISICA E DELLA MATEMATICA

### *Studio della caratteristica corrente-tensione del diodo a giunzione pn*

Lo scopo dell'esperienza consiste nello studiare la curva caratteristica del diodo a giunzione  $pn$ .  
L'equazione caratteristica del diodo  $pn$  è

$$i_D = I_S \left( e^{\frac{qV_D}{kT}} - 1 \right)$$

- $q$  è un numero che dipende dal materiale
- $V_D$  è la ddp presente fra catodo e anodo
- $k$  è la costante di Boltzmann
- $T$  è la temperatura assoluta della giunzione tra la zone  $p$  ed  $n$ ;
- $I_S$  è l'intensità della corrente di saturazione inversa

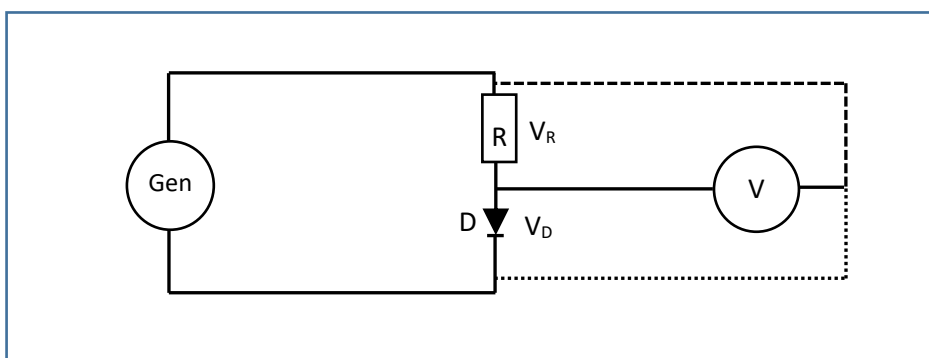
Si dovrà costruire un semplice circuito con una resistenza in serie al diodo e misurare i valori di corrente ( $I_D$ ) e di potenziale dai capi del diodo ( $V_D$ ), al variare della differenza di potenziale imposta dal generatore, quindi riportare i valori sperimentali su un grafico  $I_D$  vs  $V_D$  in scala lineare e semilogaritmica.

#### Procedimento con un solo strumento

##### MATERIALE

- Basetta bread board;
- Resistori da 100  $\Omega$ , 10  $K\Omega$ , 1  $M\Omega$ ;
- Diodo 1N4148 o 1N4007 (la striscia nera indica il catodo, cioè il terminale negativo; l'altro terminale è l'anodo);
- Generatore regolabile di tensione e corrente continua;
- Multimetro digitale;
- Cavi conduttori.

Di seguito lo schema elettrico del circuito da montare



PROCEDIMENTO:

1. Si inizia montando il circuito con la resistenza da 1 MΩ. Prima di montarla misurarne il valore esatto con il multimetro.
2. Si applichi la tensione in verso concorde alla polarità del diodo (polarizzazione diretta) e prendere i punti sperimentali circa alle tensioni riportate in tabella. Per ogni valore della tensione impostata misurare la tensione ai capi del diodo e del resistore (lo strumento misura in entrambi i versi e il contatto centrale può essere lasciato fisso).
3. Procedere in modo analogo con il resistore da 10kΩ e con quello da 0,1kΩ utilizzando i valori di tensione suggeriti in tabella (circa).
4. Costruire una tabella excel per l'analisi dei dati, con le seguenti colonne:
  - a. V ai capi del diodo (V)
  - b. V ai capi del resistore (V)
  - c. Valore della resistenza del resistore (kΩ)
  - d. Valore resistenza corretto considerando la resistenza del multimetro in parallelo a R (kΩ)
  - e. Valore della corrente nel diodo (mA)
  - f. Logaritmo naturale della corrente nel diodo
5. Ora possiamo generare un grafico lineare e uno semilogaritmico della caratteristica del diodo
6. Nel grafico semilogaritmico aggiungere la linea di tendenza con equazione e valore di R
7. Probabilmente potremo osservare che i valori più alti della corrente non sono ben allineati, ma sono leggermente inferiori.

Dal valore dell'intercetta possiamo ricavare il valore della corrente inversa di saturazione:

$$i_D = I_S \left( e^{\frac{qV_D}{kT}} - 1 \right) \cong I_S e^{\frac{qV_D}{kT}}$$

Quindi

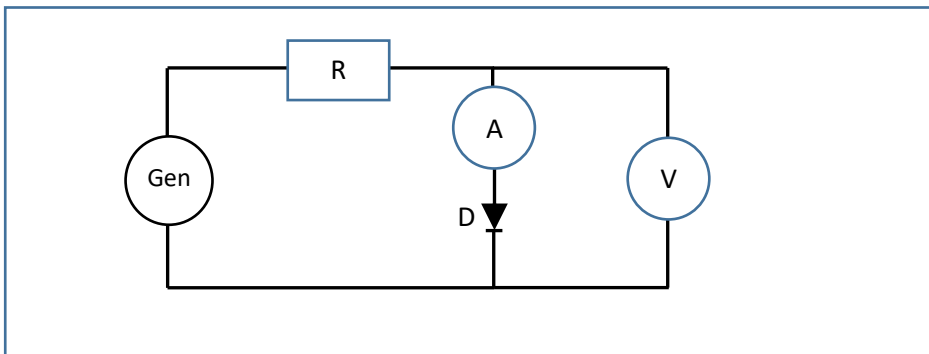
$$\ln(i_D) = \ln(I_S) + \frac{qV_D}{kT}$$

V <sub>Gen</sub> (nominale)	V <sub>D</sub>	V <sub>R</sub>	R (kΩ)	R <sub>c</sub> =R//R <sub>v</sub>	I (mA)
1			1000		
2			1000		
5			1000		
10			1000		
20			1000		
30			1000		
1			10		
2			10		
5			10		
10			10		
20			10		

30			10		
1			0,1		
2			0,1		
4			0,1		
6			0,1		
8			0,1		
10			0,1		
12			0,1		

### Procedimento con due strumenti

Se disponiamo di due multimetri, uno dei quali ha un fondo scala al microampere, possiamo misurare direttamente tensione e corrente con questo circuito:



Si noti che la corrente misurata è uguale a quella del diodo, mentre la tensione misurata è addizionata della caduta di tensione sull'ampmetro, che va computata per evitare un errore sistematico. Possiamo ricavare la resistenza interna dell'ampmetro dal data sheet dello strumento oppure misurandola direttamente con un secondo multimetro impostato come ohmmetro. La tabella dati dovrà contenere una colonna  $\Delta V_A = R_A * I$  che andrà sottratta alla lettura del Voltmetro. La resistenza R può avere gli stessi valori visti in precedenza e così pure i valori da impostare con il generatore.