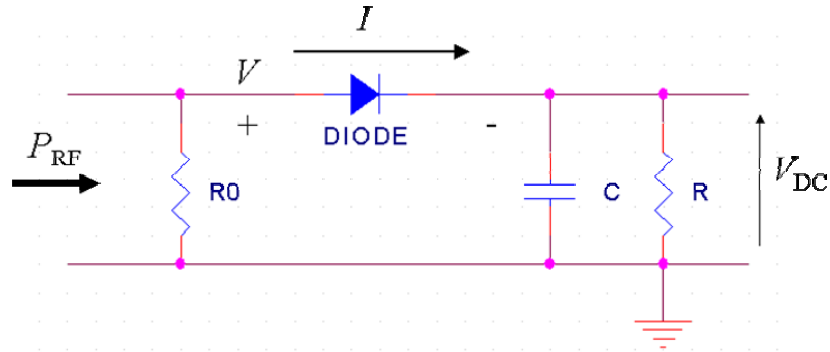


PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DI RIVELATORI A DIODO

Uno schema di montaggio di rivelatore comprende una rete di adattamento, il montaggio del diodo vero e proprio, un filtro di uscita (passa basso o passa banda), il carico. Semplificando, possiamo considerare il circuito in figura, con un'impedenza $R_0 = 50 \Omega$ per adattare il rivelatore. La relazione caratteristica del diodo vale:

$$I = I_s [\exp(V/nV_T) - 1], \quad (1)$$

con $V_T = kT/e \cong 25 \text{ mV}$ a temperatura ambiente, dove k è la costante di Boltzmann, n un valore numerico compreso tra 1 e 2, T la temperatura in K e I_s la corrente inversa di saturazione.



Per analizzare il comportamento del diodo a basse tensioni, sviluppiamo in serie l'esponenziale:

$$I = I_s \left(\frac{V}{nV_T} + \frac{V^2}{2(nV_T)^2} + \frac{V^3}{3!(nV_T)^3} + \dots \right) \quad (2)$$

Consideriamo una tensione V sinusoidale, dovuta alla potenza a radiofrequenza entrante su R_0 , con $V = V_{RF} \sin(\omega t)$ e quindi $P_{RF} = \frac{V_{RF}^2}{2R_0}$ (per la radiofrequenza il catodo del diodo è messo a massa dalla capacità C , per cui l'intera tensione a radiofrequenza cade sul diodo).

Per tensioni $V \ll V_T$ fermiamo lo sviluppo al secondo termine, trascurando il contributo dei termini successivi, e calcoliamo la componente continua di corrente, come valor medio della corrente I :

$$I_{DC} = \langle I \rangle = I_s \frac{\langle V^2 \rangle}{2(nV_T)^2} = I_s \frac{V_{RF}^2 \langle \sin^2(\omega t) \rangle}{2(nV_T)^2} = I_s \frac{V_{RF}^2}{4(nV_T)^2} \quad (3)$$

Ricordiamo che la resistenza differenziale del diodo R_D si ricava come:

$$\frac{1}{R_D} = \left. \frac{\partial I}{\partial V} \right|_{I=0} = \frac{I_s}{nV_T} \quad (4)$$

Per i diodi utilizzati a radiofrequenza la corrente di saturazione ha valori dell'ordine di $10 \mu\text{A}$, per cui la resistenza differenziale vale qualche $\text{k}\Omega$: essendo $R_D \gg R_0$, la presenza del diodo non compromette l'adattamento della linea a radiofrequenza.

La corrente I_{DC} cade sul parallelo della resistenza differenziale del diodo R_D e della resistenza di carico R , il cui valore viene scelto $\gg R_D$, per cui

$$V_{DC} = I_{DC} R_D = R_D I_s \frac{V_{RF}^2}{4(nV_T)^2} = \frac{V_{RF}^2}{4nV_T} = \frac{R_0}{2nV_T} P_{RF} \quad (5)$$

Sostituendo i valori si ottiene una sensibilità di poco inferiore ad $1 \text{ mV}/\mu\text{W}$. Considerando un fondo di rumore dell'ordine di 100 nV , si ottiene un minimo segnale di potenza misurabile pari a -70 dBm , che è appunto il fondo di rumore di questo tipo di rivelatori.

Ricordiamo che questa trattazione non considera le non idealità del circuito e del diodo stesso, inoltre è matematicamente valida solo per potenze di ingresso inferiori ai -20 dBm , che corrispondono alla condizione $V < V_T$ in tensione.