

ESERCIZIO: RADDRIZZATORE A ONDA INTERA #4

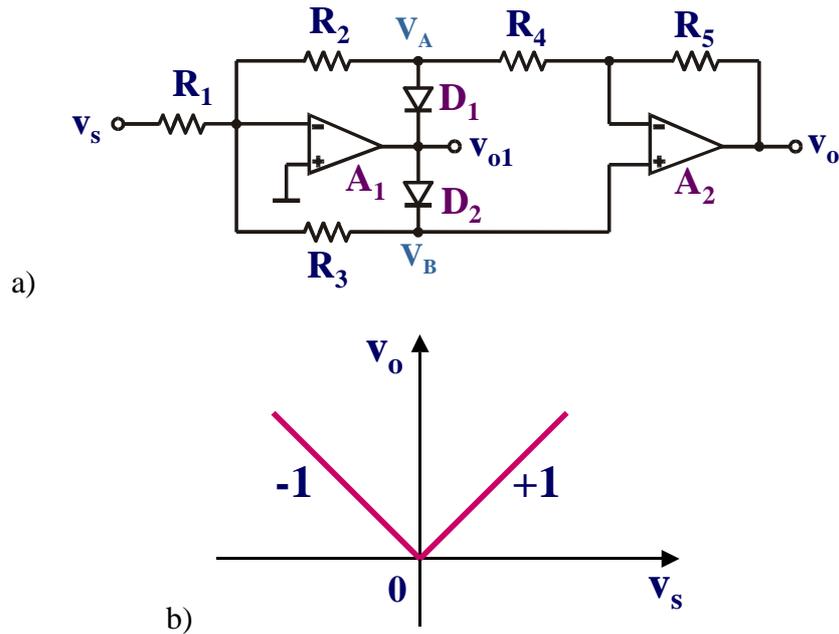


Figura 1

SOLUZIONE

L'amplificatore operazionale A_2 viene utilizzato per ottenere la somma algebrica delle tensioni v_A e v_B . Notiamo, innanzitutto, che la condizione in cui entrambi i diodi D_1 e D_2 sono spenti non può mai avverarsi in quanto l'amplificatore operazionale A_1 si troverebbe ad operare in catena aperta. Questa situazione porterebbe alla saturazione positiva o negativa della sua tensione di uscita v_{o1} con conseguente polarizzazione diretta di uno dei due diodi.

1) Hp: $D_1 = \text{"on"}$, $D_2 = \text{"off"}$

Il circuito da analizzare è mostrato in figura 2. Si osserva subito che la corrente i_3 è nulla, in quanto corrente di ingresso al morsetto non invertente di A_2 . Possiamo, quindi, scrivere le seguenti equazioni:

$$i_1 = \frac{v_s}{R_1} = i_2 \quad (1)$$

Di conseguenza la tensione v_A vale:

$$v_A = -R_2 i_2 = -\frac{R_2}{R_1} v_s \quad (2)$$

mentre la tensione di uscita v_o risulta:

$$v_o = -\frac{R_5}{R_4} v_A = \frac{R_2}{R_1} \frac{R_5}{R_4} v_s \quad (3)$$

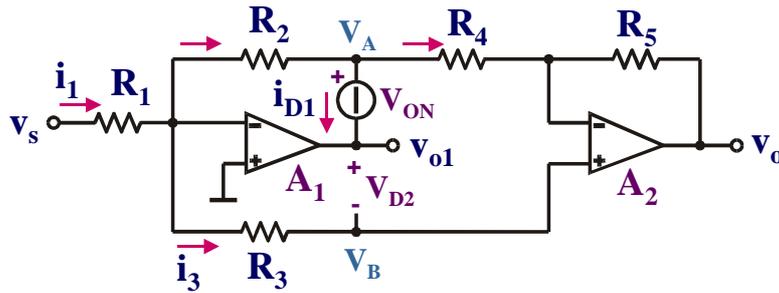


Figura 2 – Circuito equivalente corrispondente alla situazione $D_1 = \text{“on”}$, $D_2 = \text{“off”}$

Verifichiamo ora lo stato dei diodi iniziando dal calcolo della corrente i_{D1} :

$$i_{D1} = i_2 - i_4 = \frac{v_s}{R_1} \left(1 + \frac{R_2}{R_4} \right) > 0 \Rightarrow v_s > 0 \quad (4)$$

La tensione ai capi del diodo D_2 risulta, invece:

$$v_{D2} = -V_{ON} + v_A = -V_{ON} - \frac{R_2}{R_1} v_s < V_{ON} \Rightarrow v_s > -\frac{2R_1}{R_2} V_{ON} \quad (5)$$

dove si è fatto uso della (2). Entrambe le condizioni risultano verificate per $v_s > 0$.

2) Hp: $D_1 = \text{“off”}$, $D_2 = \text{“on”}$

Il circuito da analizzare è mostrato in figura 3. Si vede subito che le resistenze R_2 , R_4 ed R_5 sono attraversate dalla stessa corrente i_2 . Possiamo scrivere:

$$i_1 = \frac{v_s}{R_1} = i_2 + i_3 \quad (6)$$

$$i_3 = i_2 \frac{R_2 + R_4}{R_3} \quad (7)$$

Sostituendo la (7) nella (6) otteniamo:

$$i_2 = i_1 \frac{R_3}{R_2 + R_3 + R_4} \quad (8)$$

La tensione di uscita vale, quindi:

$$v_o = - \left(\frac{R_2 + R_4 + R_5}{R_2 + R_3 + R_4} \right) \frac{R_3}{R_1} v_s \quad (9)$$

Tale stato topologico deve valere per $v_s < 0$, avendo escluso a priori che entrambi i diodi possano essere contemporaneamente spenti. Verifichiamo, comunque, tale condizione come esercizio:

$$i_{D2} = -i_3 = -\frac{R_2 + R_4}{R_3} \left(\frac{R_3}{R_2 + R_3 + R_4} \right) \frac{v_s}{R_1} = - \left(\frac{R_2 + R_4}{R_2 + R_3 + R_4} \right) \frac{v_s}{R_1} > 0 \Rightarrow v_s < 0 \quad (10)$$

$$v_{D1} = -V_{ON} + R_4 i_2 = -V_{ON} + \frac{R_4 R_3}{R_2 + R_3 + R_4} \frac{v_s}{R_1} < V_{ON} \Rightarrow v_s < 2V_{ON} \frac{R_1}{R_4 R_3} (R_2 + R_3 + R_4)$$

Entrambe le condizioni sono soddisfatte per $v_s < 0$.

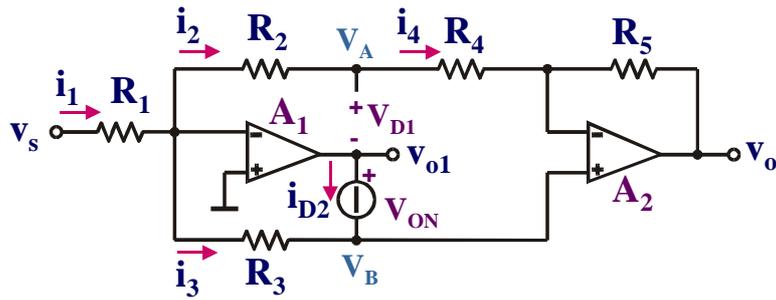


Figura 3 – Circuito equivalente corrispondente alla situazione $D_1 = \text{“off”}$, $D_2 = \text{“on”}$

Affinché il circuito abbia la transcaratteristica riportata in figura 1b, l'eq. (3) deve dare come risultato $v_o = v_s$, mentre l'eq. (9) deve dare come risultato $v_o = -v_s$. E' facile verificare che queste condizioni sono soddisfatte usando resistenze tutte uguali.