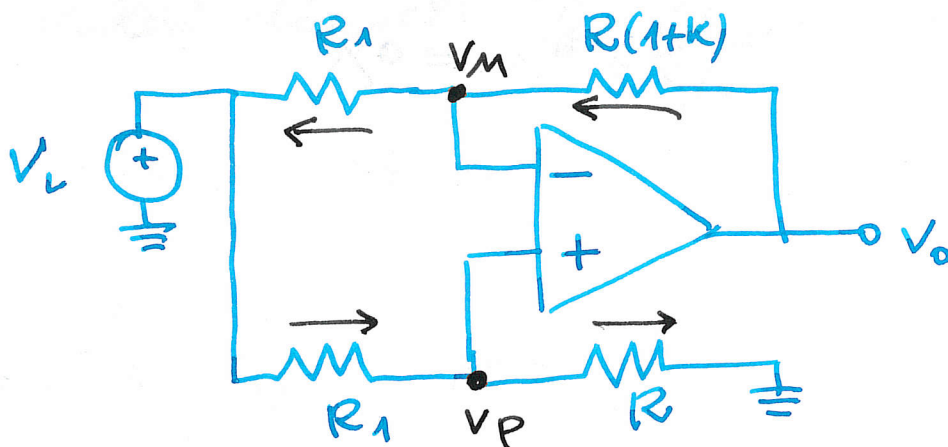


ESERCIZI

Date il circuito in figura, calcolare la tensione in uscita, V_o , in funzione dei parametri del circuito.



Scriviamo le equazioni del circuito
Al terminale emettente avere

$$\frac{V_o - V_M}{R(1+K)} = \frac{V_M - V_L}{R_1}$$

e in V_P

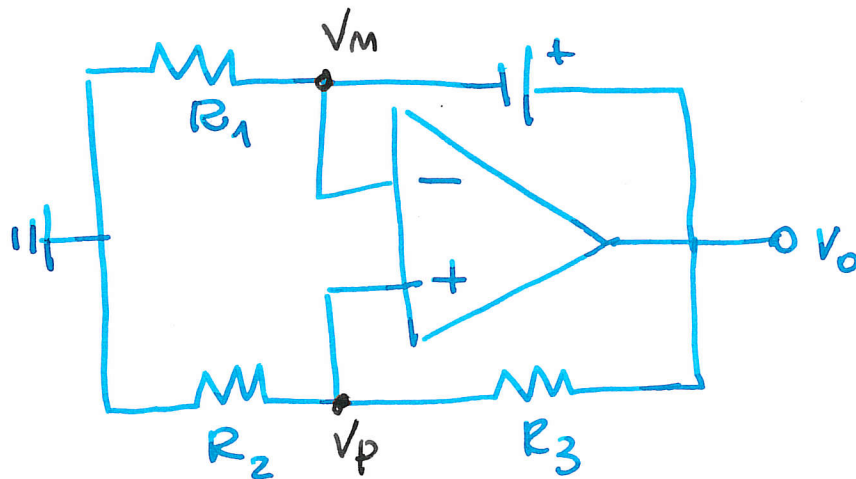
$$\frac{V_L - V_P}{R_1} = \frac{V_P}{R} \Rightarrow V_P = V_L \frac{R}{R + R_1}$$

poiché $V_P = V_M$, sostituire nell'eq. precedente

$$\begin{aligned} V_o &= V_M \left(1 + \frac{R(1+K)}{R_1} \right) - V_L \frac{R(1+K)}{R_1} \\ &= V_L \frac{R}{R + R_1} \cdot \frac{R(1+K) + R_1}{R_1} - V_L \frac{R(1+K)}{R_1} \\ &= V_L \frac{R^2 + R^2K + R_1R - R^2 - R_1R - R_1R}{R_1(R + R_1)} = -V_L \frac{RK}{R + R_1} \end{aligned}$$

ESERCIZIO

Dato il circuito in figura, determinare le tensioni V_0 , V_n e V_p e la potenza fornita dal generatore.



$$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 30 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 20 \text{ k}\Omega$$

Il generatore mantiene una caduta di tensione costante nel ramo esistente:

$$V_0 - V_n = 4 \text{ V}$$

nel ramo inferiore:

$$\frac{V_0 - V_p}{R_3} = \frac{V_p}{R_2} \quad V_0 = \left(1 + \frac{R_3}{R_2}\right) V_p = \left(1 + \frac{2}{3}\right) V_p = \frac{5}{3} V_p$$

Poiché $V_n = V_p$, allora

$$\begin{aligned} V_0 &= V_n + 4 \text{ V} \\ &= \frac{3}{5} V_0 + 4 \text{ V} \end{aligned}$$

$$V_0 \left(1 - \frac{3}{5}\right) = 4 \text{ V} \Rightarrow V_0 = \frac{5}{2} \cdot 4 \text{ V} = 10 \text{ V}$$

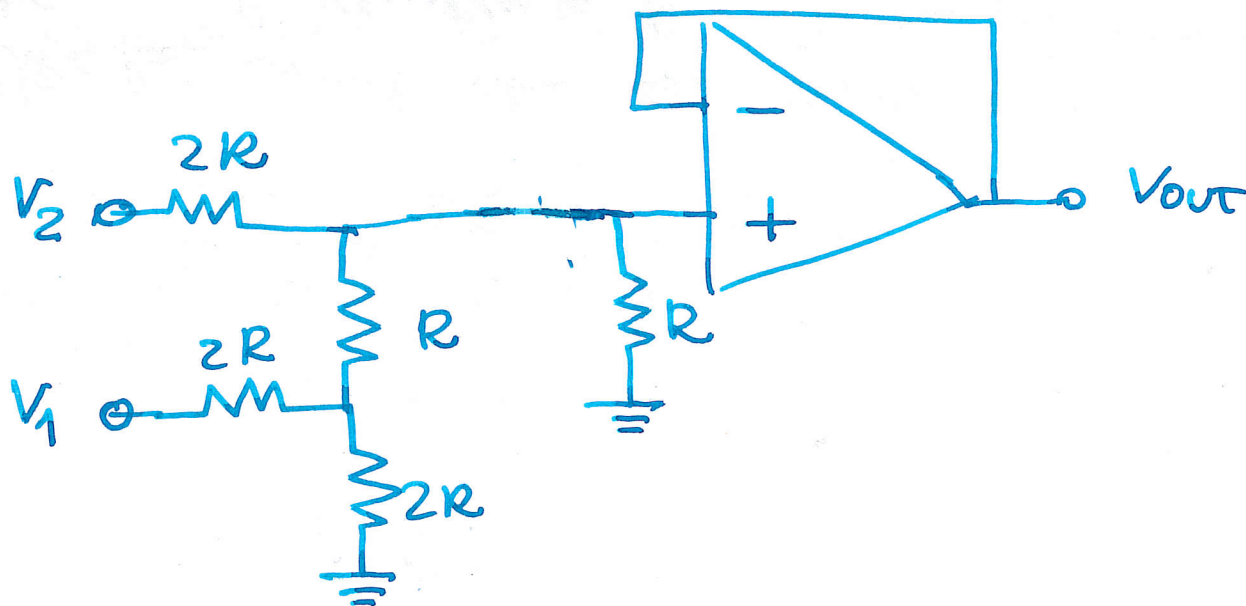
$$V_0 = 10 \text{ V} \quad V_n = V_p = 6 \text{ V}$$

ESERCIZIO

Il circuito in figura implementa un convertitore Digitale/Analogico (DAC) a 2 bit se le due tensioni in ingresso possono assumere valori discreti $0/V_{REF}$, operando

$V_L = b_L V_{REF}$ con $b_L = 0, 1$. ~~La~~ Ricavare la funzione di trasferimento tenendo conto che i valori di tensione in ingresso sono $0V$ o $8V$

$$[V_{REF} = 8V]$$



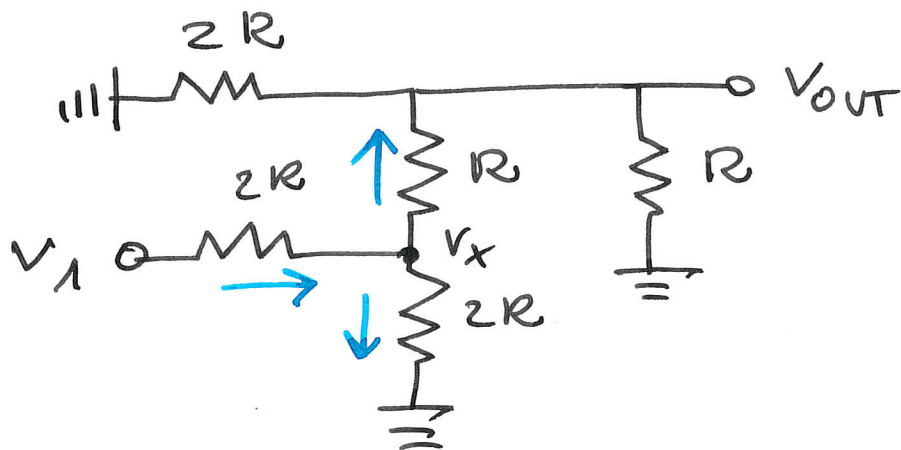
Dato che l'amplificatore operante è in configurazione di inseguitore di tensione (buffer), avere

$$V_P = V_M = V_{OUT}$$

Studiare il circuito separatamente per V_1 e V_2 , utilizzando il principio di sovrapposizione.

1 $V_2 = 0$, $V_1 \neq 0$

Il circuito equivalente è



Legge di Kirchhoff in V_x :

$$\frac{V_1 - V_x}{2R} = \frac{V_x}{2R} + \frac{V_x - V_{out}}{R}$$

Inoltre la corrente che esce da V_x e va attraverso la resistenza R , fluisce poi attraverso le resistenze R e $2R$. Ma quest'ultima sono in parallelo e la resistenza equivalente

$$\tilde{e} \quad 2R \parallel R = \frac{2R \cdot R}{3R} = \frac{2}{3} R$$

per tanto avere

$$\frac{V_x - V_{out}}{R} = \frac{V_{out}}{\frac{2}{3} R} \Rightarrow V_x = V_{out} \left(1 + \frac{3}{2} \right) = \frac{5}{2} V_{out}$$

Sostituendo nell'eq. precedente

$$V_1 = V_x + V_x + 2V_x - 2V_{OUT}$$

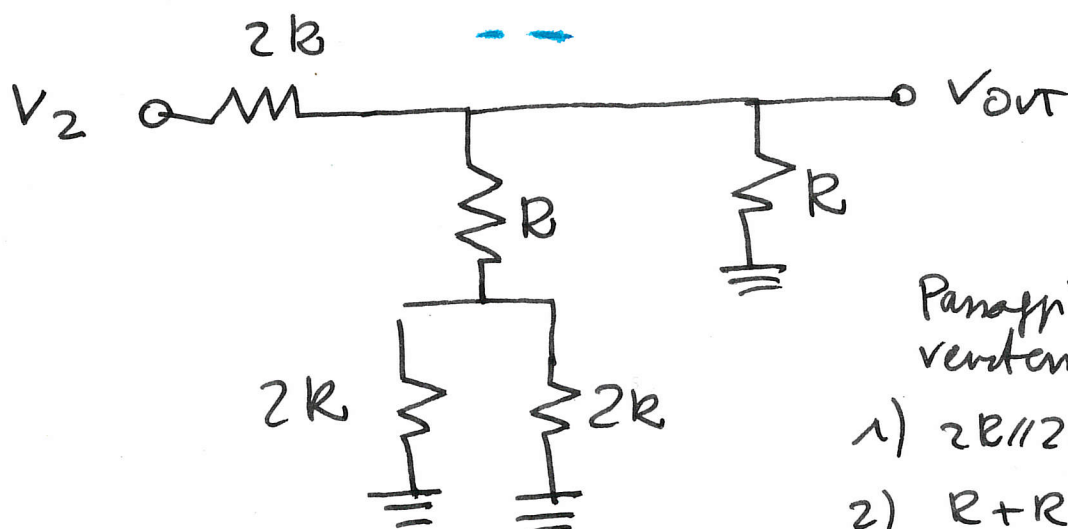
$$= 4V_x - 2V_{OUT}$$

$$= V_{OUT} \left(4 \cdot \frac{5}{2} - 2 \right) = 8V_{OUT}$$

$$\Rightarrow \boxed{V_{OUT} = \frac{1}{8} V_1}$$

2 $V_2 \neq 0$ $V_1 = 0$

Il circuito equivalente è



Per ogni indagine
verificare equivalenti

$$1) 2R \parallel 2R = R$$

$$2) R + R = 2R$$

$$3) 2R \parallel R = \frac{2}{3} R$$

che equivale a:



Il circuito è un semplice partitore di tensione:

$$V_{OUT} = \frac{\frac{2}{3} R}{2R + \frac{2}{3} R} V_2 = \frac{\cancel{2}^1}{\cancel{3}} \cdot \frac{\cancel{3}}{4} V_2 = \frac{V_2}{4}$$

Per il principio di sovrapposizione areas:

$$\begin{aligned} V_{OUT} &= \frac{1}{8} V_1 + \frac{1}{4} V_2 \\ &= \left(\frac{1}{8} b_1 + \frac{1}{4} b_2 \right) V_{ref} \end{aligned}$$

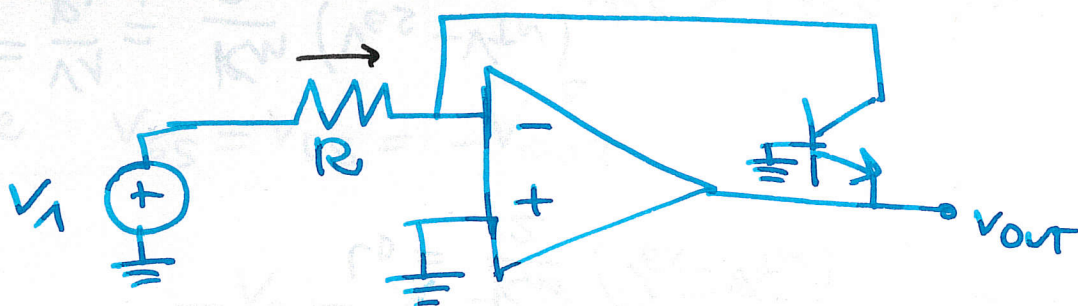
Compilare la tabella

b_2	b_1	V_{OUT}	$V_{OUT} \text{ (con } V_{ref} = 8V)$
0	0	0	0 V
0	1	$V_{ref}/8$	1 V
1	0	$V_{ref}/4$	2 V
1	1	$\frac{3}{8} V_{ref}$	3 V

ESERCIZI

Il circuito in figura rappresenta un amplificatore logaritmico.

Determinare la funzione di trasferimento e discutere il risultato (e le regioni di operazione del transistor).



La corrente erogata dal generatore e che attraversa la resistenza R è la corrente di collettore del MOSFET.

$$I_C = \frac{V_1}{R}$$

Ipotesi: il BJT nella regione diretta attiva

$$I_C = I_S e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} = \frac{V_1}{R} \Rightarrow V_{BE} = V_T \ln \frac{I_C}{I_S}$$

poiché $V_{BE} = -V_{OUT}$

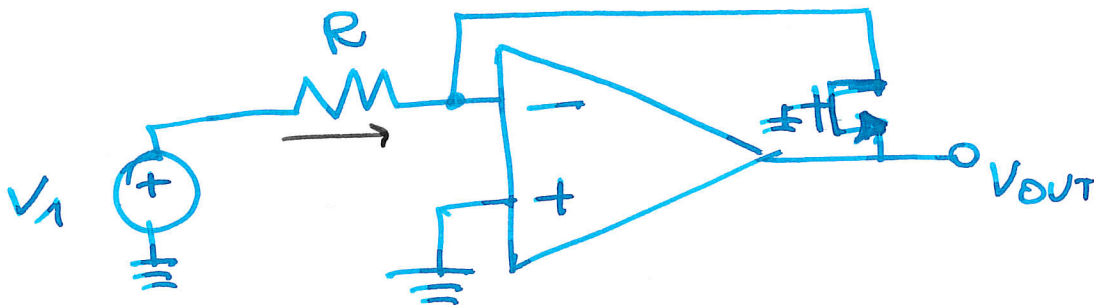
$$V_{OUT} = -V_T \ln \frac{V_1}{R I_S}$$

Affinché BJT in F.A. dovere avere $V_{CE} > 0.2V$.

Poiché V_C e V_B sono a massa, il transistor è in interdizione $V_{BE} < 0.6V$ oppure in F.A. $V_{BE} > 0.6V$ ma $V_{BE} > 0.6V$ garantisce $V_{CE} = V_{BE} > 0.2V$

ESERCIZIO

Il circuito in figura fornisce una tensione in uscita che è proporzionale alla radice quadrata della tensione in ingresso. Determinare la funzione di trasferimento e discutere il risultato (e la regione di operazione del transistor)



La corrente di drain del MOSFET è quella che scorre nella resistenza R grazie al generatore

$$I_D = \frac{V_1}{R}$$

Se il MOSFET è in SATURAZIONE

$$I_D = \frac{K_M}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2 \quad \text{con } \lambda = 0$$

per tanto

$$I_D = \frac{V_1}{R} = \frac{K_M}{2} (V_{GS} - V_{TN})^2$$

$$\sqrt{\frac{2V_1}{RK_M}} = V_{GS} - V_{TN}$$

$$\text{Ma } V_{GS} = V_{DS} = -V_{OUT}$$

pertanto

$$V_{OUT} = -\sqrt{\frac{2V_1}{Rk_n}} - V_{TN}$$

Affinché il mosfet operi nella regione di saturazione, deve essere $V_{DS} > (V_{GS} - V_{TN})$

Dato che $V_{GS} = V_{DS} = -V_{OUT}$

avremo

$$-V_{OUT} > -V_{OUT} - V_{TN}$$

cioè

$$V_{OUT} < V_{OUT} + V_{TN} \quad \text{che è}$$

sempre verificata.

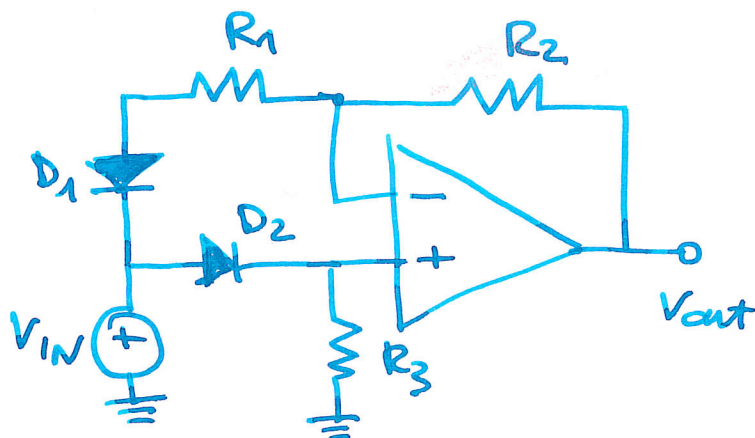
ESERCIZI

Dato il circuito in figura, considerando i due diodi D_1 e D_2 come ideali, determinare l'andamento della tensione V_{OUT} assumendo che la tensione in ingresso V_{IN} sia una sinusoide di ampiezza 5V e di frequenza 50Hz, assumendo i seguenti valori delle resistenze:

A) $R_1 = R_2 = R_3 = 10k\Omega$

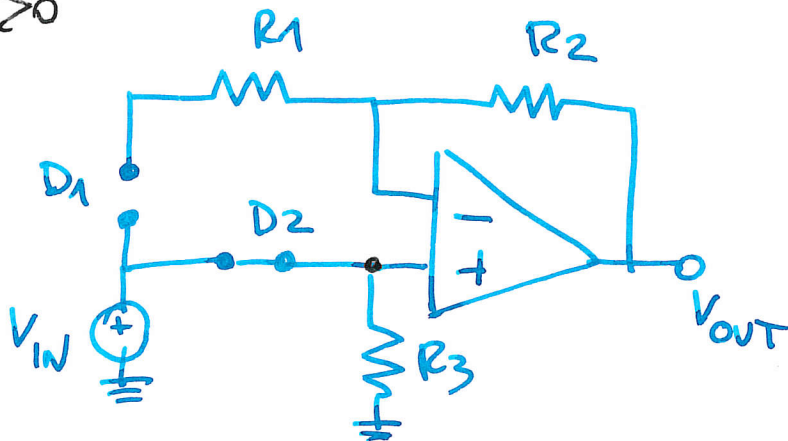
B) $R_1 = 10k\Omega$
 $R_2 = 20k\Omega$
 $R_3 = 10k\Omega$

C) $R_1 = 20k\Omega$, $R_2 = R_3 = 10k\Omega$



Considerare separatamente i due casi $V_{IN} > 0$ e $V_{IN} < 0$.

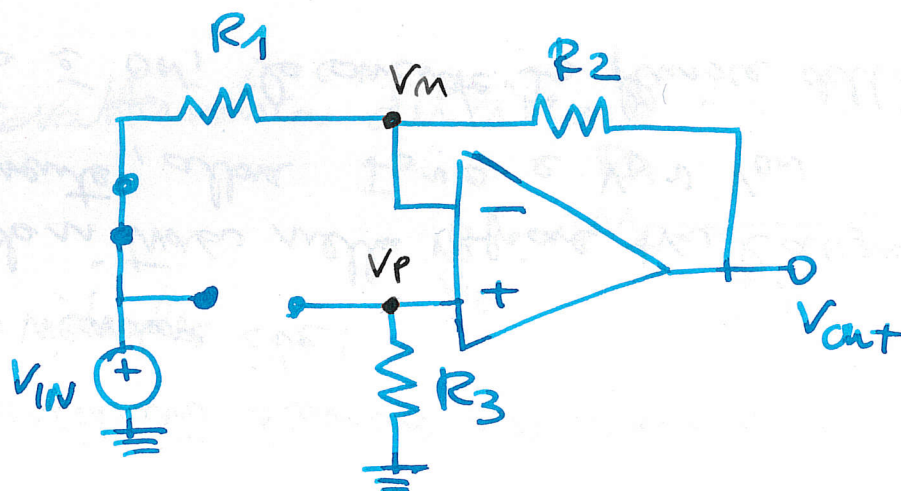
① $V_{IN} > 0$



$V_P = V_{IN}$ perché non entra corrente nel ramo non invertente dell'operazionale.

Inoltre $V_N = V_P$ e quindi $V_{OUT} = V_P = V_{IN}$

② $V_{IN} < 0$



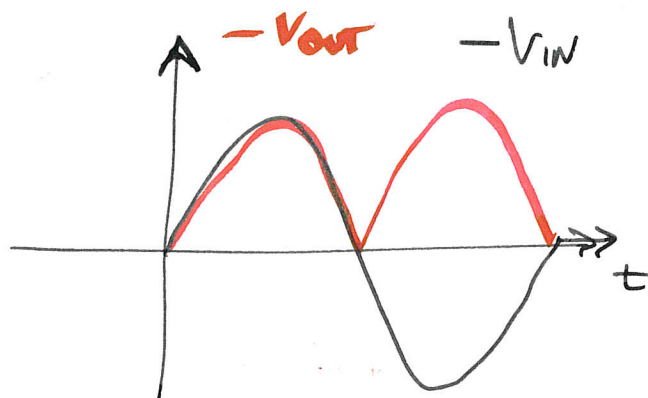
Abbiamo $V_P = V_M = 0$.
Scriviamo l'equazione di Kirchhoff al nodo superiore

$$\frac{V_{OUT}}{R_2} = -\frac{V_{IN}}{R_1} \Rightarrow V_{OUT} = -\frac{R_2}{R_1} V_{IN}$$

(A)

$$R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

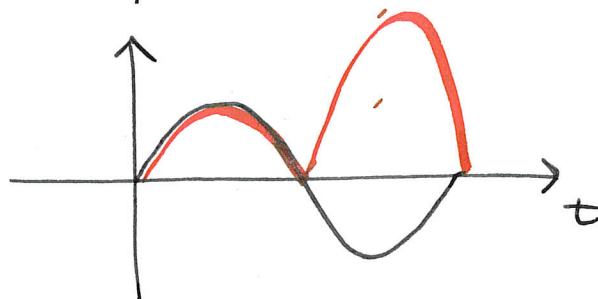
$$V_{OUT} = |V_{IN}|$$



(B)

$$R_1 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 20 \text{ k}\Omega$$



(C)

$$R_1 = 20 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

