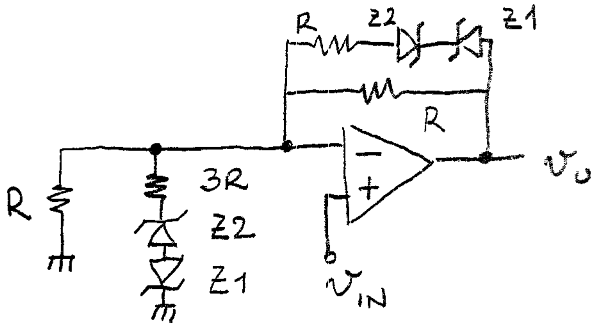
Scheda **A10_04**		Data: **12 Aprile 2010**
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1
7 punti

Determinare la caratteristica di trasferimento del circuito seguente, realizzato con diodi Zener ideali.



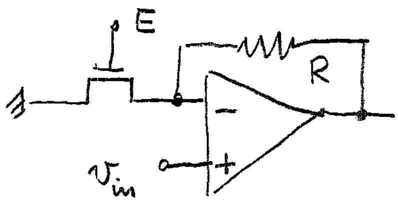
Z1 : zener da 2V

Z2 : zener da 4V

$R = 1\,\mathrm{k\Omega}$

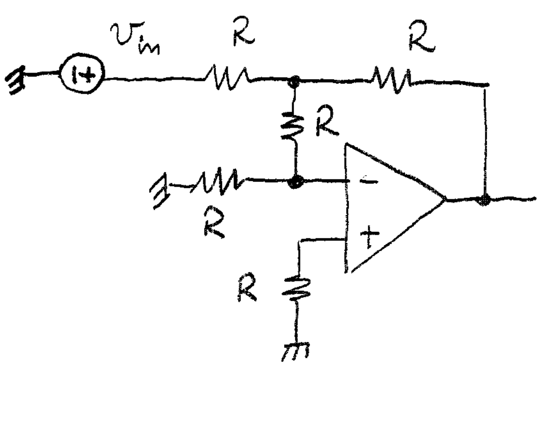
ESERCIZIO N°2
7 punti

Determinare il valore di *E* e *R* in modo che l'amplificazione per piccoli segnali del seguente amplificatore sia pari a 8. Per il MOSFET è $V_{Tn} = 1$ V e $k_n = 4$ mA/V^2.



ESERCIZIO N°3
6 punti

Determinare il massimo sbilanciamento nel circuito seguente.



$R = 150\,\mathrm{k\Omega}$

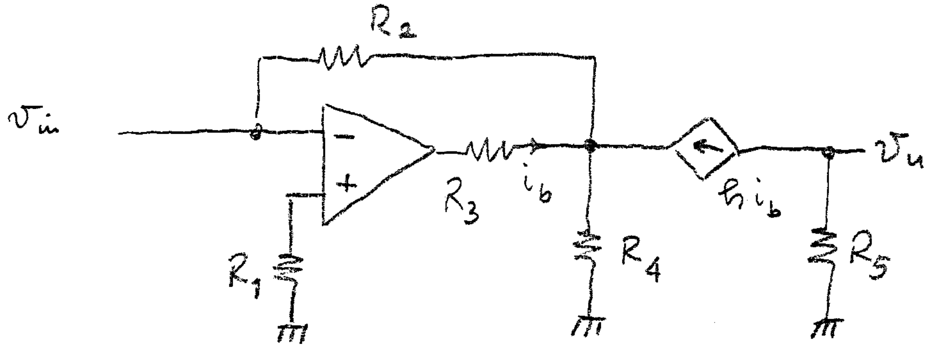
$I_B = 20\,\mathrm{nA}$

$|V_{IO}| < 1\,\mathrm{mV}$

$|I_O| < 12\,\mathrm{nA}$

ESERCIZIO N°4
6 punti

Determinare i parametri *h* del seguente amplificatore di corrente. L'amplificatore operazionale è ideale.



$R_1 = R_5 = 80\,k\Omega$

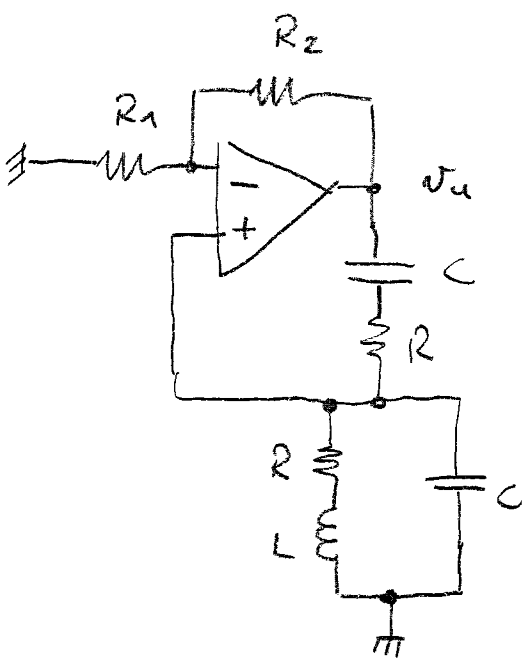
$R_2 = R_3 = 2\,k\Omega$

$R_4 = 10\,k\Omega$

$h = 200$

ESERCIZIO N°5
7 punti

Determinare la frequenza di oscillazione e l'ampiezza a regime del seguente oscillatore.



$C = 1\,\mu F$

$L = 4H$

$R = 2\,k\Omega$

$R_2 = 12 R_1 \left(1 - \frac{V_{UM}}{V_0}\right)$

$R_1 = 10\,k\Omega$

$V_0 = 10V$

V_{UM} ampiezza dell'uscita

(1) Per $v_{IN} = \phi$ tutti i rami contenenti zener sono interdetti.

$$v_U = 2\, v_{IN}$$ (amp. non invertente)

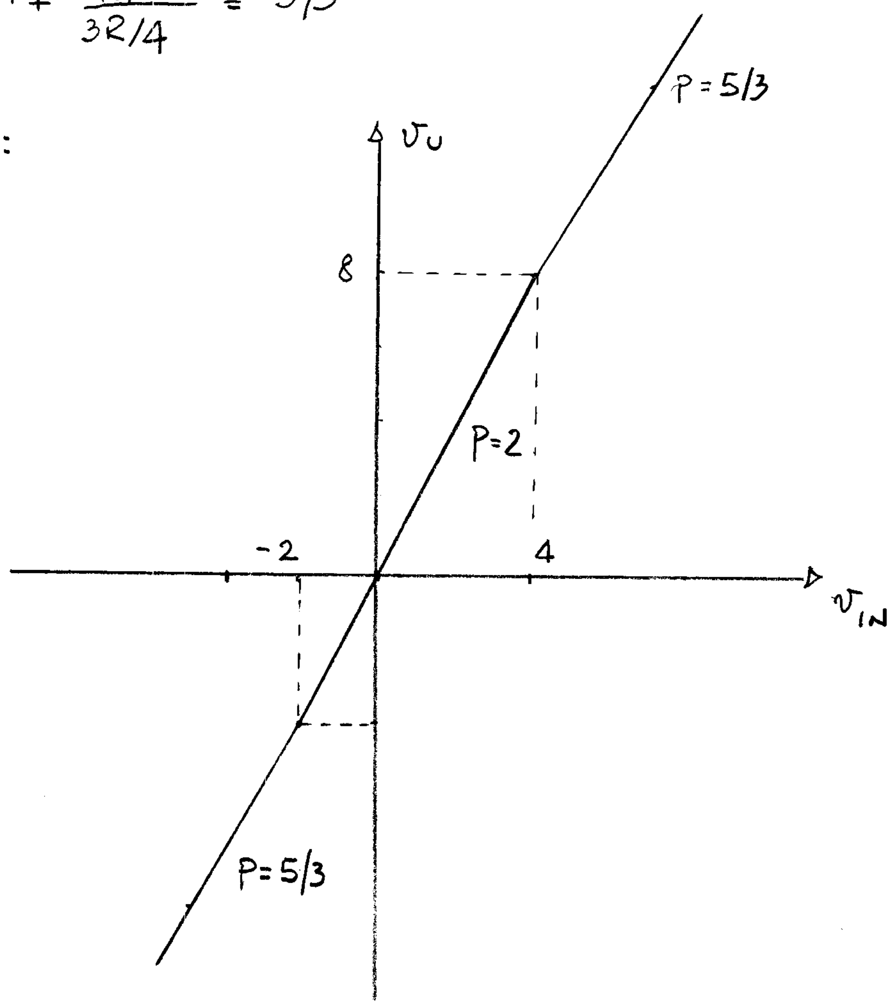
Quindi, in queste condizioni, la tensione ai capi dei suddetti rami è eguale e pari a v_{IN}.
Entrambi entreranno in conduzione per

$v_{IN} > 4V$ oppure $v_{IN} < -2V$

Con entrambi i rami in conduzione la pendenza della caratteristica di trasf (ampl. per piccoli segnali) è

$$p = 1 + \frac{R/2}{3R/4} = 5/3$$

Si ha:



(2) Per ottenere il risultato voluto il MOS sarà in conduzione e in zona triodo.

Infatti, staticamente $V_{DS}=0$ pertanto si avrà $V_{GS}=V_{GD}=E>V_{TM}$.

In queste condizioni, per piccoli segnali, il MOS ha resistenza differenziale $1/g_{os}$

$$g_{os} = \left.\frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{DS}}\right|_{V_{DS}=0} = \frac{\partial}{\partial V_{DS}} \frac{k_n}{2} \left\{ V_{DS} \left(V_{GS} + V_{GS} - V_{DS} - 2V_{Tn} \right) \right\} =$$

$$= k_n \left(E - V_T \right)$$

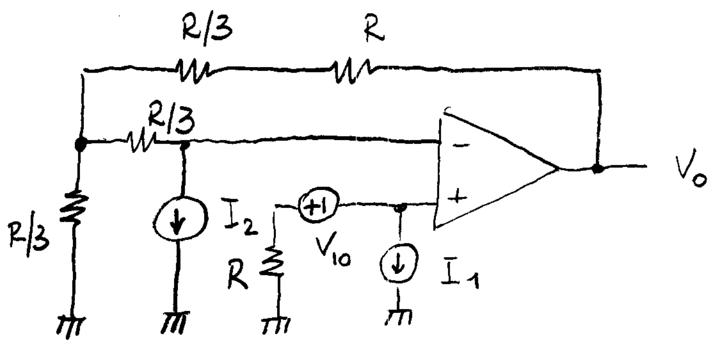
Il guadagno dell'amplificatore sarà

$$G = 1 + R g_{os} = 8 \quad ; \quad R k_n \left(E - V_{Tn} \right) = 7$$

Si può porre $E = 8V$ e $R = 250\,\Omega$

3. Applico al circuito la trasformazione (Δ ⅄)
Si passa da $R \mapsto R/3$, essendo le resistenze uguali

Circuito equivalente per lo sbilanciamento



Effetto di I_1 e V_{10}

$$V_o = -(V_{10}+RI_1)\left(1+\frac{4/3\ R}{1/3\ R}\right) = -5(V_{10}+RI_1)$$

Effetto di I_2

$$V_o = R/3\, I_2 + 4/3\, R \cdot 2I_2 = 3RI_2$$

In totale

$$V_o = -5V_{10} - 2RI_B - 4RI_o$$ assumo V_{10} e I_o positivi

$V_o^* = -18{,}2\ mV$ $\quad |V_o| < 18{,}2\ mV$ $\quad$ max sbilanc. (neg.)

④ Nel circuito in esame si ha

$$\begin{cases} v_{in} = 0 \\ i_u = h\, i_b + \dfrac{v_u}{R_5} \end{cases}$$

ma $\quad i_b (h+1) + i_{in} \left(1 + \dfrac{R_2}{R_4}\right) = 0$

$$i_b = - i_{in} \left(1 + \frac{R_2}{R_4}\right) \frac{1}{h+1}$$

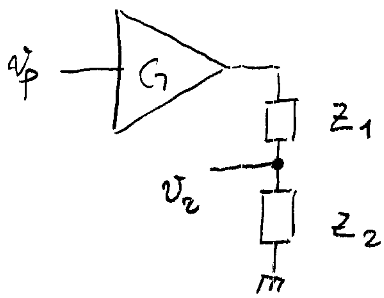
Allora

$$h_f = - \left(1 + \frac{R_2}{R_4}\right) \cdot \frac{h}{h+1} \simeq -1{,}2$$

$$h_o = \frac{1}{R_5} = 12{,}5\ \mu S$$

$$h_i = h_r = \phi$$

(5) Valuto il bA tagliando sul "+" dell'ampl. operazionale. Si ha



Per avere $\angle bA = 0$ deve essere

$Z_1 = k Z_2$ con $k \in \mathbb{R}$

da cui

$$R + \frac{1}{j\omega C} = K \cdot \frac{1}{j\omega C + \frac{1}{R + j\omega L}} = K \cdot \frac{R + j\omega L}{j\omega C(R + j\omega L) + 1} =$$

$$= K \frac{R + j\omega L}{(1 - \omega^2 LC) + j\omega RC}$$ quindi

$$\begin{cases} R = K \cdot \dfrac{R(1-\omega^2 LC) + \omega^2 RLC}{(1-\omega^2 LC)^2 + \omega^2 R^2 C^2} & \text{da cui } K = (1-\omega^2 LC)^2 + \omega^2 R^2 C^2 \\ \dfrac{1}{j\omega C} = -j\omega R^2 C + j\omega L(1-\omega^2 LC) \end{cases}$$

$1 = \omega^2 R^2 C^2 - \omega^2 LC (1 - \omega^2 LC)$ ma $(RC)^2 = LC = \tau^2$

$1 = \omega^4 \tau^4$ $\omega = \frac{1}{RC}$ $f_0 = 79{,}6\ Hz$

Per $f = f_0$ il rapporto di partizione tra Z_1 e Z_2 vale $1/(1+k)$

$\frac{1}{1+K} = \frac{1}{2}$; all'innesco quindi $|bA| > 1$

A regime deve essere $R_2 = R_1$ da cui

$1 - \frac{V_{OM}}{V_0} = \frac{1}{12}$; $V_{OM} = 9{,}17\ V$