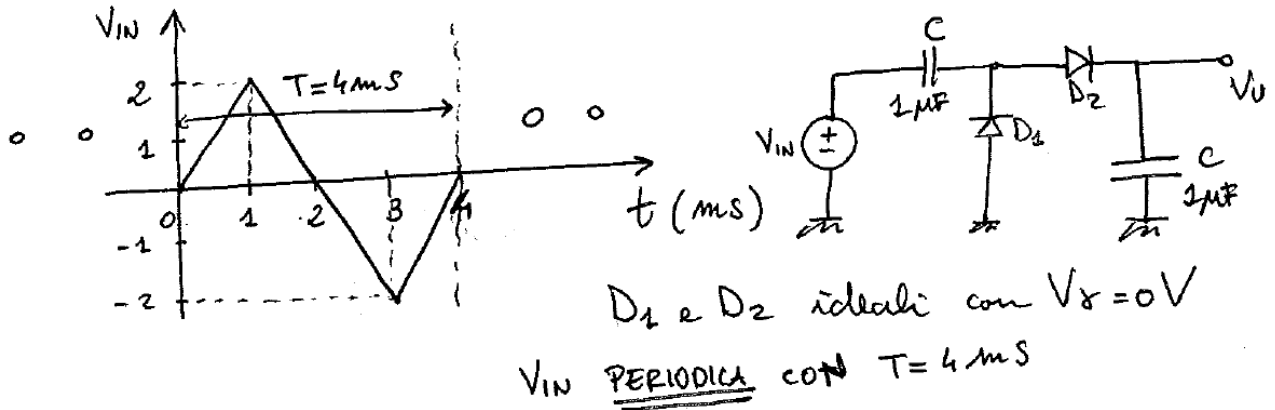


ESERCIZIO N°1

4 punti (4)

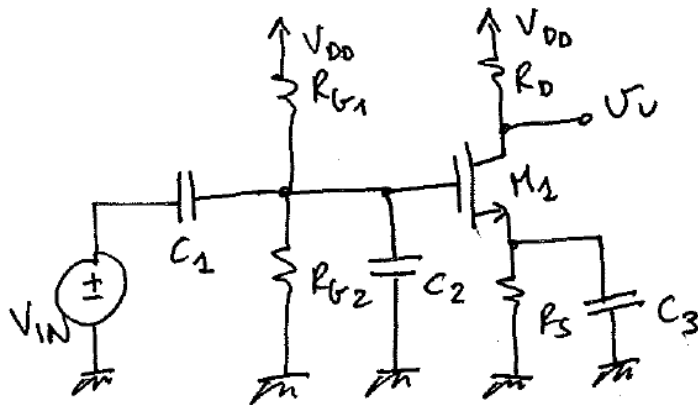
Ricavare l'andamento della tensione di uscita V_u a regime nel circuito mostrato in figura. La tensione di ingresso e' periodica con periodo $T=4$ ms.



ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare il punto di riposo del transistor MOSFET. Si utilizzi una precisione numerica fino alla quarta cifra significativa.



$k = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 2 \text{ mA/V}^2$
 $V_T = 2 \text{ V}$
 $C_1 = C_2 = 2 \mu\text{F}$
 $C_3 = 1 \text{ nF}$
 $R_{G1} = 150 \text{ k}\Omega$
 $R_{G2} = 50 \text{ k}\Omega$
 $R_D = 4 \text{ k}\Omega$
 $R_S = 2 \text{ k}\Omega$
 $V_{DD} = 12 \text{ V}$

ESERCIZIO N°3

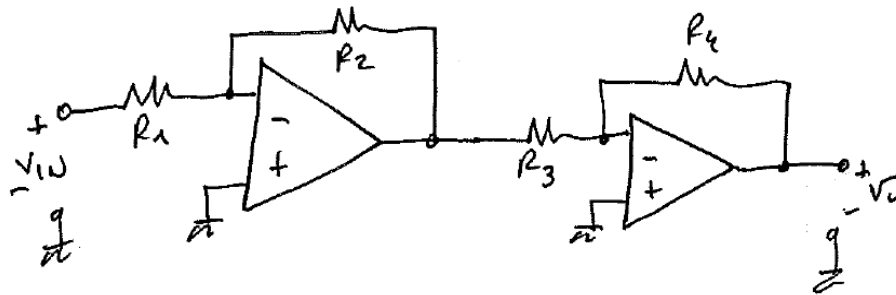
9 punti (4)

Nel circuito mostrato nell'esercizio precedente, si ricavi la funzione di trasferimento $A_V(s) = V_U / V_{IN}$ e si disegni il diagramma di Bode del modulo. Si consideri $g_m = 2 \text{ mS}$.

ESERCIZIO N°4

6 punti (4)

Ricavare l'espressione analitica dei parametri dell'amplificatore di tensione del circuito seguente (OpAmp ideali):



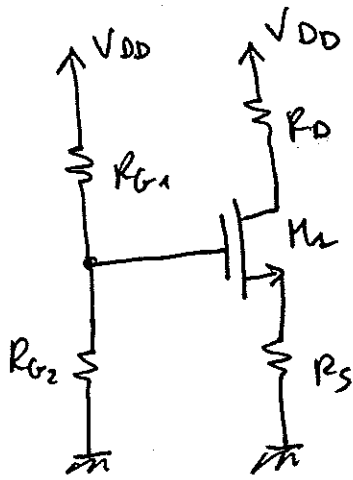
ESERCIZIO N°5

6 punti (4)

Disegnare e dimensionare un circuito che rilevi in uscita il segnale $m(t)$, dato in ingresso il segnale $v_{IN}(t) = V_0[1+k*m(t)]\sin(2\pi f_p t)$, con $m(t) = V_m \sin(2\pi f_m t)$, $V_0 = 1 \text{ V}$, $k = 0.5 \text{ V}^{-1}$, $V_m = 0.1 \text{ V}$, $f_m = 1 \text{ kHz}$, $f_p = 1 \text{ MHz}$.

1) Il circuito è un rivelatore picco-picco, quindi in usata (a regime) avremo $V_0 = 4V$ ①

2)



$$V_G = \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} V_{DD} = 3V$$

$$V_G = V_{GS} + V_S = V_{GS} + R_S I_{DS}$$

Supponendo M_1 in saturazione

$$I_{DS} = \frac{k}{2} (V_{GS} - V_T)^2$$

Quindi $V_G = V_{GS} + \frac{R_S k}{2} (V_{GS} - V_T)^2 \Rightarrow \frac{R_S k}{2} V_{GS}^2 - R_S k V_{GS} V_T + \frac{R_S k}{2} V_T^2 + V_{GS} - V_G = 0$

$$\frac{R_S k}{2} V_{GS}^2 - R_S k V_{GS} V_T + \frac{R_S k}{2} V_T^2 - V_G = 0$$

$$V_{GS}^2 - V_{GS} - 2 = 0 \Rightarrow V_{GS} = \begin{cases} -1V & \text{NO} \\ \underline{2V} & \text{OK perché } V_{GS} \geq V_T \end{cases}$$

$$I_{DS} = \frac{k}{2} (V_{GS} - V_T)^2 = 2 \text{ mA}$$

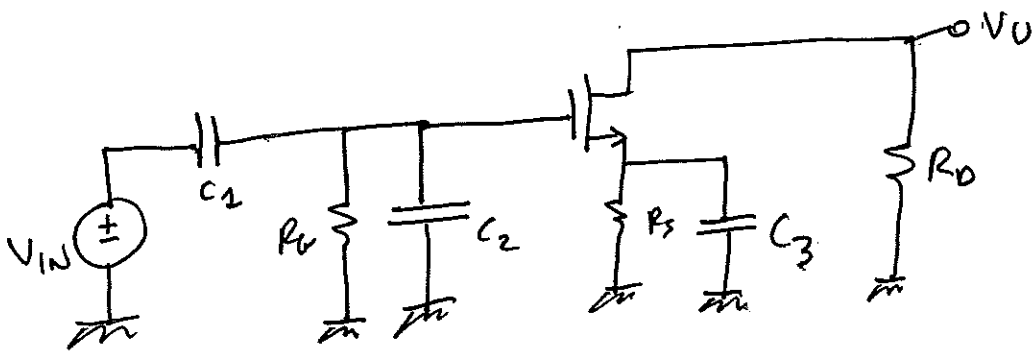
$$V_{DS} = V_{DD} - R_D I_{DS} = V_S = 7V$$

$$V_{DS} \geq V_{GS} - V_T = 2V$$

Quindi M_1 è effettivamente in saturazione,

3)

(2)



$$g_m = 2 \text{ mS}$$

$$R_G = R_{G1} \parallel R_{G2} = 37,5 \text{ k}\Omega$$

C_1 e C_2 formano una maglia in parallelo, quindi introduciamo un unico polo

C_3 introduce un polo e uno zero finito

C_2 uno zero nell'origine.

Quindi
$$A_v(s) = A_{v0} \frac{s(s+\omega_0)}{(s+\omega_{p1})(s+\omega_{p2})}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{R_S C_3} = 1 \text{ Mrad/sec}$$

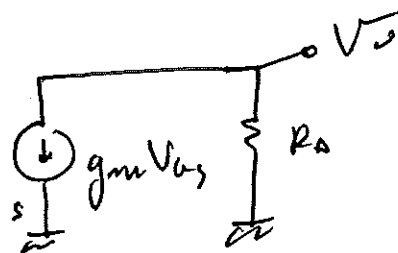
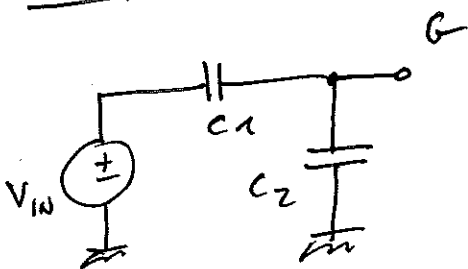
$$\omega_{p1} = \frac{1}{(C_1 + C_2) R_G} = 13,3 \text{ rad/sec}$$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{R_{G3} R_{C3}}$$

con $R_{G3} = R_S \parallel \frac{1}{g_m} = 333,3 \Omega$

$$\omega_{p2} = 3 \text{ Mrad/sec}$$

A_{v0} Se $\omega \rightarrow \infty$ $R_G \parallel \frac{1}{C_2 s} \approx \frac{1}{C_2 s}$ quindi



$$V_G = \frac{1}{\frac{1}{C_{2S}}} V_{IN} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_{IN}$$

$$V_{GS} = V_G \quad V_U = -g_m V_{GS} R_D$$

$$A_{v_{\infty}} = -g_m \frac{R_D C_1}{C_1 + C_2} = -4 \quad (\approx 12 \text{ dB})$$

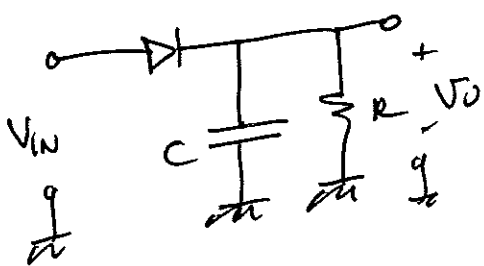
4) $f_R = 0$

$$f_f = \frac{R_4 \cdot R_2}{R_3 \cdot R_1}$$

$$f_c = \frac{1}{R_1}$$

$$f_0 = 0 \text{ Hz}$$

5) Possiamo utilizzare un rivelatore di envelope



Imponendo

$$\frac{1}{f_p} \ll \tau = RC \ll \frac{1}{f_c}$$

Per esempio $R = 1 \text{ k}\Omega$ e $C = 50 \text{ nF}$ soddisfa questa condizione.