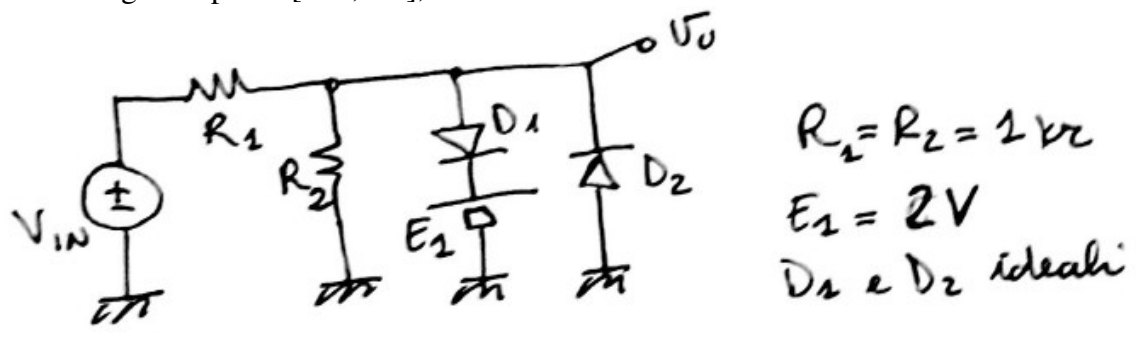


SCHEMA A15_05		Data: 11 Giugno 2015
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

5 punti (4)

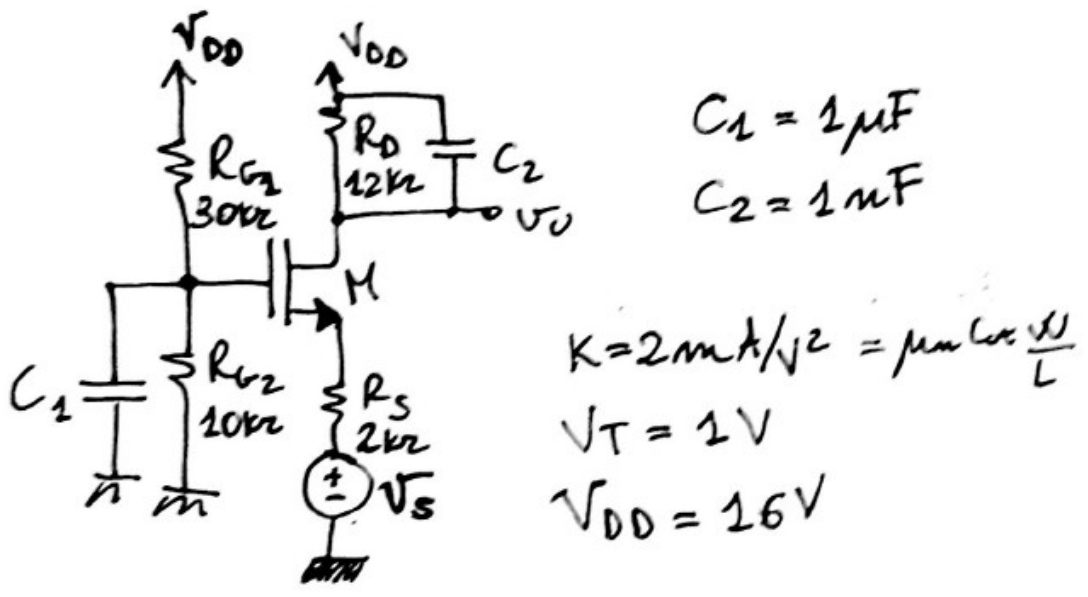
DISEGNARE la caratteristica ingresso-uscita del circuito mostrato in figura per un intervallo di tensioni di ingresso pari a [-5V, 5V], discutendo il funzionamento dei diodi.



ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare il punto di riposo del transistor MOSFET.



ESERCIZIO N°3

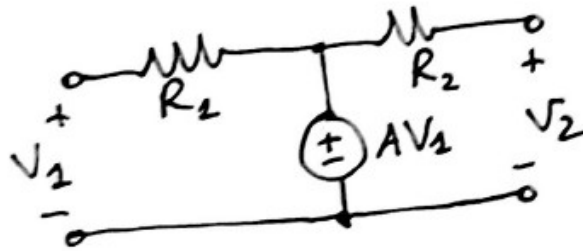
9 punti (4)

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

ESERCIZIO N°4

5 punti (4)

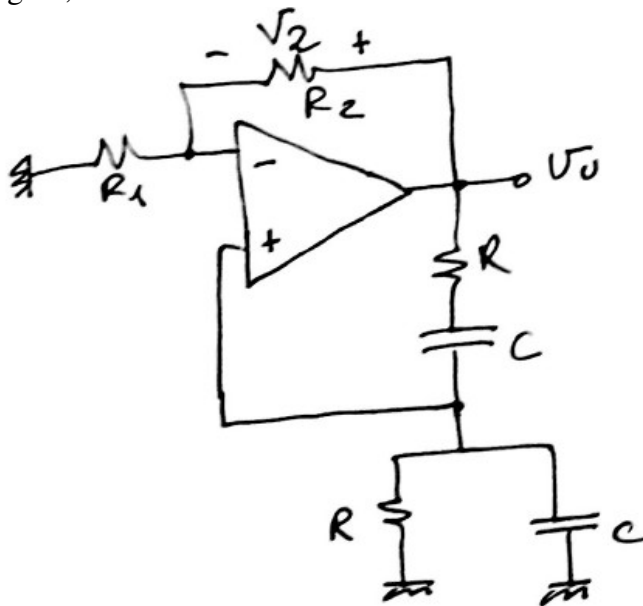
Si ricavino i parametri f del circuito mostrato in figura.



ESERCIZIO N°5

6 punti (4)

Nel circuito mostrato in figura, dimensionare opportunamente i componenti al fine di avere una pulsazione di oscillazione $\omega = 1 \text{ krad/s}$. Si calcoli inoltre l'ampiezza della tensione di uscita (con V_2 in figura, indichiamo la caduta di tensione massima su R_2).



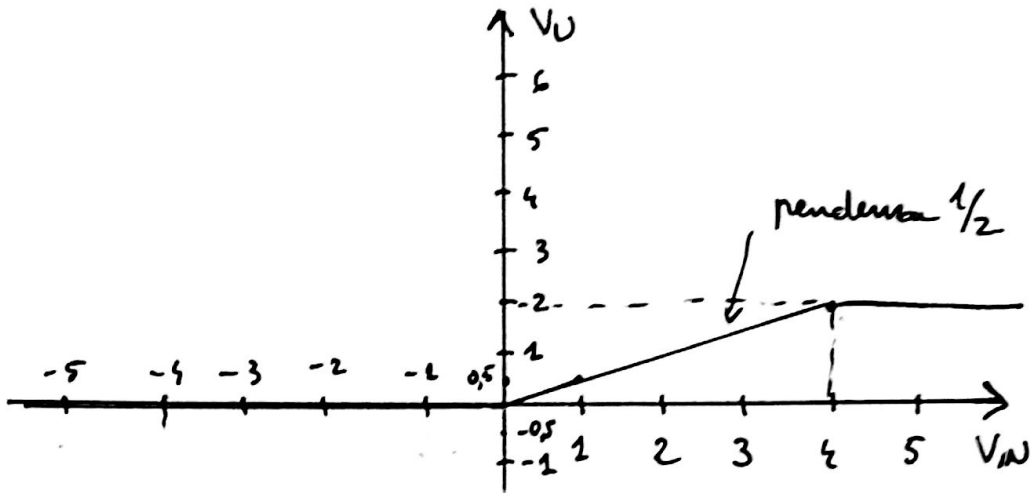
$$R_2 = R_0 \left(1 - \frac{V_2^2}{V_0^2} \right)$$

$$R_0 = 3 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$V_0 = 1 \text{ V}$$

1) La caratteristica $V_{IN}-V_O$ è la seguente

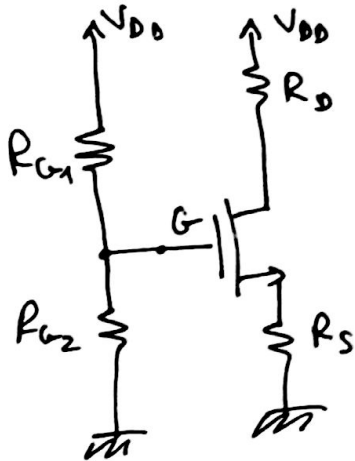


Per $V_{IN} < 0V \Rightarrow V_O = 0V$ D_1 OFF ; D_2 ON

Per $0V \leq V_{IN} < 4V \Rightarrow V_O = \frac{V_{IN}}{2} = \frac{R}{2R} V_{IN}$ D_2 D_1 & D_2 OFF

Per $V_{IN} > 4V \Rightarrow V_O = 2V$ D_2 OFF ; D_1 ON

2)



$$V_G = \frac{V_{DD} \cdot R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = 4V$$

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

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

$$V_{GS} = V_G - \frac{R_S k}{2} (V_{GS} - V_T)^2 \Rightarrow \frac{R_S k}{2} V_{GS}^2 + (1 - R_S k V_T) V_{GS} - V_G + \frac{R_S k V_T^2}{2} = 0$$

$$= 2V_{GS}^2 - 3V_{GS} - 2 = 0$$

$$V_{GS} = \begin{cases} -0,5V \\ 2V \end{cases} \Rightarrow \text{OK perché verificata } V_{GS} \geq V_T$$

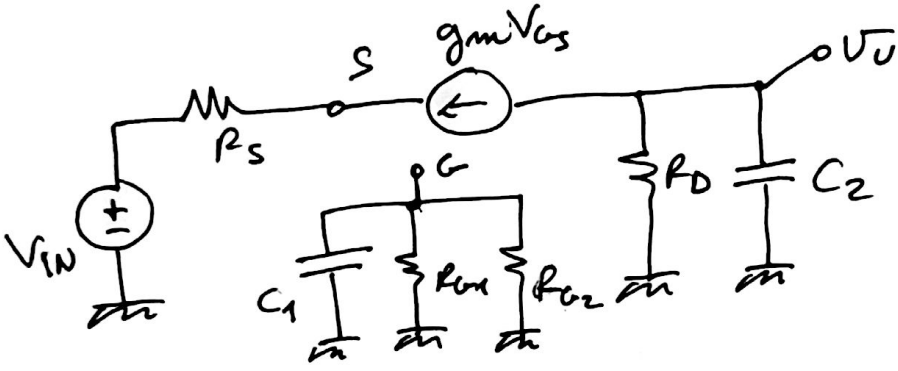
$$I_{DS} = 2mA \Rightarrow V_S = R_S I_{DS} = 2V$$

$$V_D = V_{DD} - R_D I_{DS} = 4V$$

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

Quindi saturazione verificata

3)



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

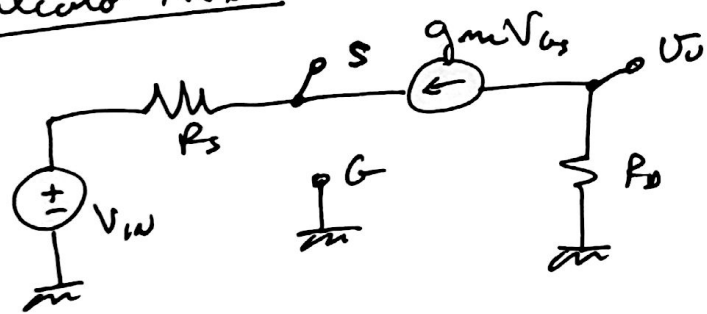
C_2 non introduce irregolarità.

Quindi
$$\frac{V_U}{V_{IN}} = A_U(s) = \frac{A_{V0}}{\frac{s}{\omega_p} + 1}$$

visto che per $s \rightarrow +\infty$ $V_U \rightarrow 0$

$$\omega_p = \frac{1}{R_D C_2} = 83,3 \text{ krad/sec}$$

Calcolo A_{V0}



$$V_U = -R_D g_m V_{GS}$$

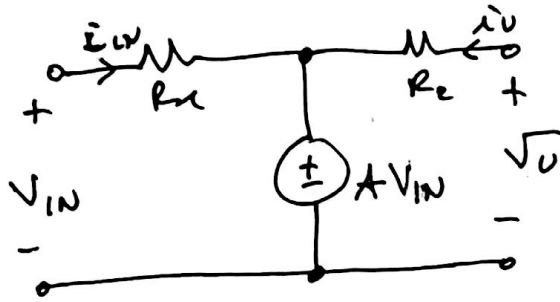
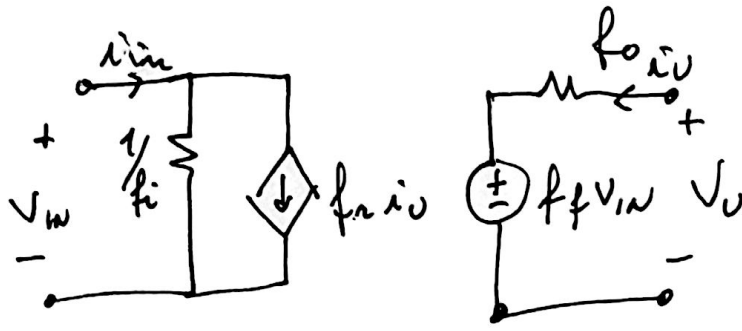
$$V_G = 0V ; V_S = V_{IN} + R_S g_m V_{GS}$$

$$V_{GS} = -V_S \Rightarrow V_S = V_{IN} - R_S g_m V_S$$

$$V_S = \frac{V_{IN}}{1 + g_m R_S}$$

$$V_U = \frac{R_D g_m V_{IN}}{1 + g_m R_S} \Rightarrow A_{V0} = \frac{R_D g_m}{1 + g_m R_S} = 4,8$$

4)



$$f_i = \frac{i_{IN}}{V_{IN}} \Big|_{i_U=0} \Rightarrow i_{IN} = \frac{V_{IN} - A V_{IN}}{R_1} = \left(\frac{1-A}{R_1} \right) V_{IN}$$

$$f_i = \frac{1-A}{R_1}$$

$$f_t = \frac{V_U}{V_{IN}} \Big|_{i_U=0} = A$$

$$f_o = \frac{V_U}{i_U} \Big|_{V_{IN}=0} = R_2$$

$$f_r = \frac{i_{IN}}{i_U} \Big|_{V_{IN}=0} = 0$$

(9)

5) Dalla formula sappiamo che

$$\omega_0 = \frac{1}{RC} = \frac{1}{1k\Omega \cdot 1\mu F} \text{ quindi possiamo scegliere}$$

$$R = 1k\Omega \text{ e } C = 1\mu F$$

A regime deve essere:

$$\frac{A_v}{3} = 1 \text{ con } A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

$$\text{da cui } 1 + \frac{R_2}{R_1} = 3 \quad \frac{R_2}{R_1} = 2$$

$$R_0 \left(1 - \frac{V_2^2}{V_0^2}\right) = 2R_1$$

$$R_0 - \frac{R_0 V_2^2}{V_0^2} = 2R_1 \quad R_0 - 2R_1 = \frac{R_0 V_2^2}{V_0^2}$$

$$V_2^2 = \left(\frac{R_0 - 2R_1}{R_0}\right) V_0^2 \Rightarrow V_2 = 0,577 \cdot V_0$$

Verifichiamo l'ovversco ($V_2 = 0 \Rightarrow R_2 = R_0$)

$$\frac{A_v}{3} > 1 \quad \underbrace{\left(1 + \frac{R_0}{R_1}\right)}_4 > 3 \quad \text{OK, verificato}$$