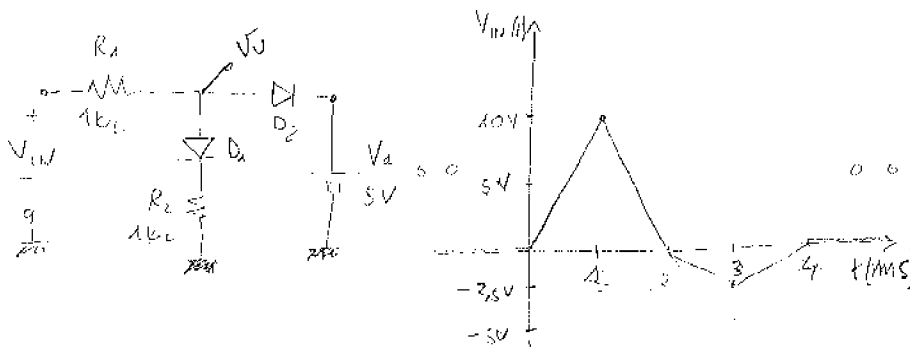


ESERCIZIO N°1

7 punti (4)

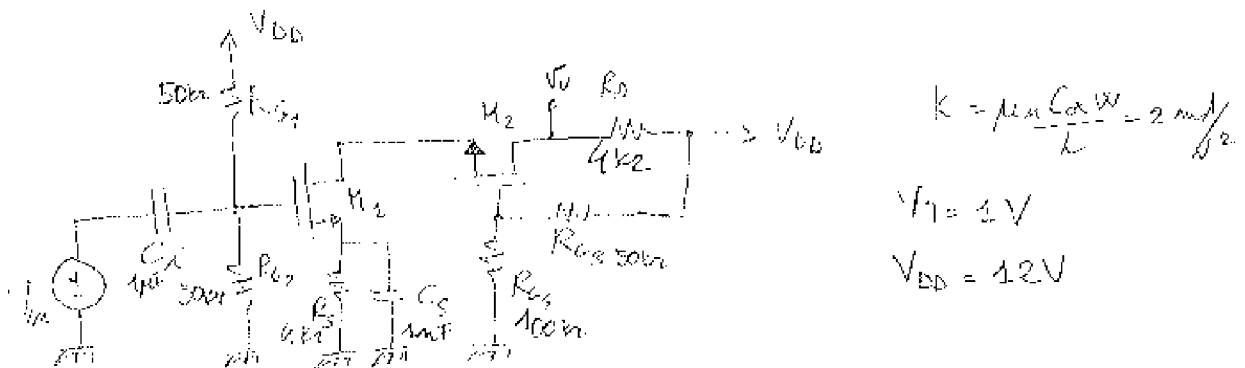
Con riferimento al circuito in figura, dove $V_{IN}(t)$ e' un segnale periodico di periodo $T = 4$ ms, si determini l'andamento della tensione di uscita in funzione del tempo e, per ogni istante, il regime di funzionamento dei diodi. Si determini inoltre il valor medio della tensione in uscita. Si considerino i diodi ideali.



ESERCIZIO N°2

8 punti (4)

Con riferimento al circuito in figura, determinare il punto di riposo dei transistori M_1 e M_2 . Per entrambi i transistori si considerino li stessi parametri.



ESERCIZIO N°3

8 punti (4)

Ricavare il circuito per piccoli segnali dell'amplificatore mostrato nella figura dell'esercizio precedente, considerando $g_f=2 \text{ mS}$, $g_0=0 \text{ mS}$ e calcolare la funzione di trasferimento $A_v(s)=V_u(s)/V_s(s)$. Disegnare il diagramma asintotico di Bode del modulo. Quotare opportunamente li assi verticali e orizzontali e riportare il valore numerico di eventuali plateau.

ESERCIZIO N°4

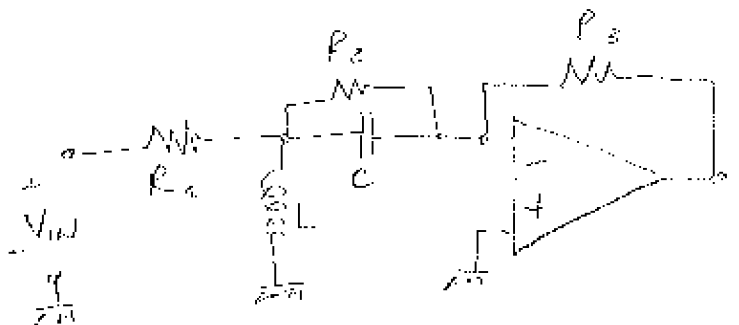
5 punti (4)

Reazionare in maniera opportuna un amplificatore di tensione con $f_i^l = 50 \Omega$, $f_r = 0$, $f_j = 100$ e $f_o = 1 \text{ k}\Omega$, in maniera da ottenere per il circuito reazionato una resistenza di uscita R_o pari a 1Ω .

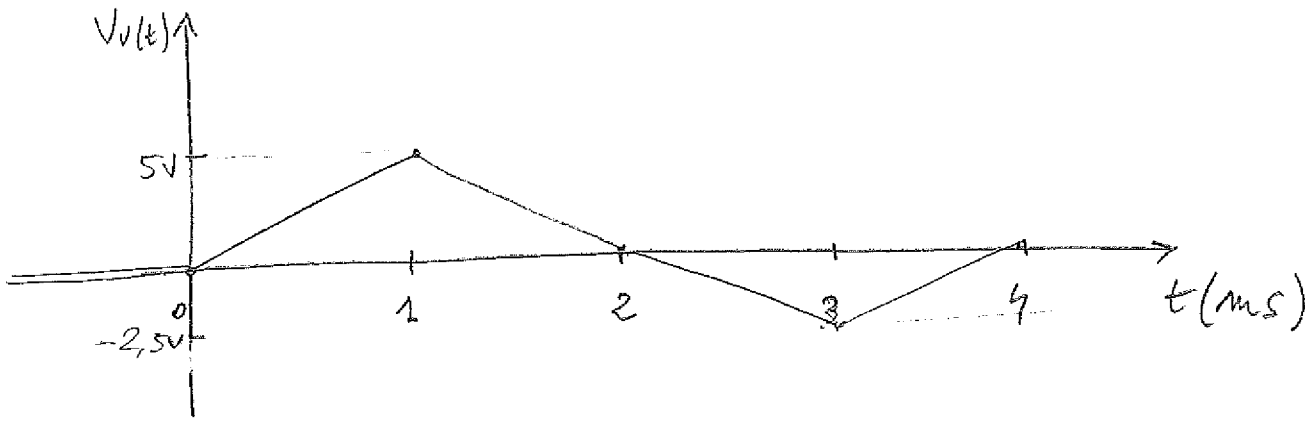
ESERCIZIO N°5

5 punti (4)

Ricavare l'impedenza di ingresso del circuito mostrato di seguito



1) La tensione in uscita $V_U(t)$ è la seguente.



Per $t \leq 0$ e $t \geq 4 \text{ ms}$: $V_U(t) = 0$

Per $0 < t < 1 \text{ ms}$: D_1 ON e D_2 OFF $\Rightarrow V_U(t) = \frac{V_{IN} \cdot R_2}{R_1 + R_2} = 0,5 V_{IN}$

Per $t = 1 \text{ ms}$: D_1 ON e D_2 ON $\Rightarrow V_U(t) = 5 \text{ V}$

Per $1 \text{ ms} < t < 2 \text{ ms}$: D_1 ON e D_2 OFF $\Rightarrow V_U(t) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{IN} = 0,5 V_{IN}$

Per $2 \text{ ms} < t < 4 \text{ ms}$: D_1 OFF e D_2 OFF $\Rightarrow V_U(t) = V_{IN}(t)$

2) $V_{GS} = \frac{V_{DD} R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = 6 \text{ V}$

Suppongo M_1 e M_2 in saturazione

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

$$M_1: I_{DS1} = \frac{k}{2} (V_{GS1} - V_T)^2$$

$$V_{GS1} = V_{G1} - V_{S1} = V_{G1} - R_S I_{DS1}$$

$$I_{DS1} = \frac{k}{2} \left[-R_S I_{DS1} + V_{G1} - V_T \right]^2 = \frac{k}{2} \left[R_S^2 I_{DS1}^2 - 2 R_S (V_{G1} - V_T) I_{DS1} + (V_{G1} - V_T)^2 \right]$$

$$R_S^2 I_{DS1}^2 - \left[2 R_S (V_{G1} - V_T) + \frac{2}{k} \right] I_{DS1} + (V_{G1} - V_T)^2 = 0$$

$$16 \cdot 10^6 I_{DS1}^2 - 4 \cdot 10^3 I_{DS1} + 25 = 0$$

$I_{DS1} = 2 \text{ mA}$ OK

$V_{GS1} \Rightarrow V_{G1} - V_{S1} = 2V \geq V_T = 1V$ OK iniezione

$I_{DS1} = I_{DS2} = 1mA \Rightarrow V_{GS2} = 2V$

$V_{G2} = \frac{R_{G1}}{R_{G1} + R_{G3}} V_{DD} = 8V$

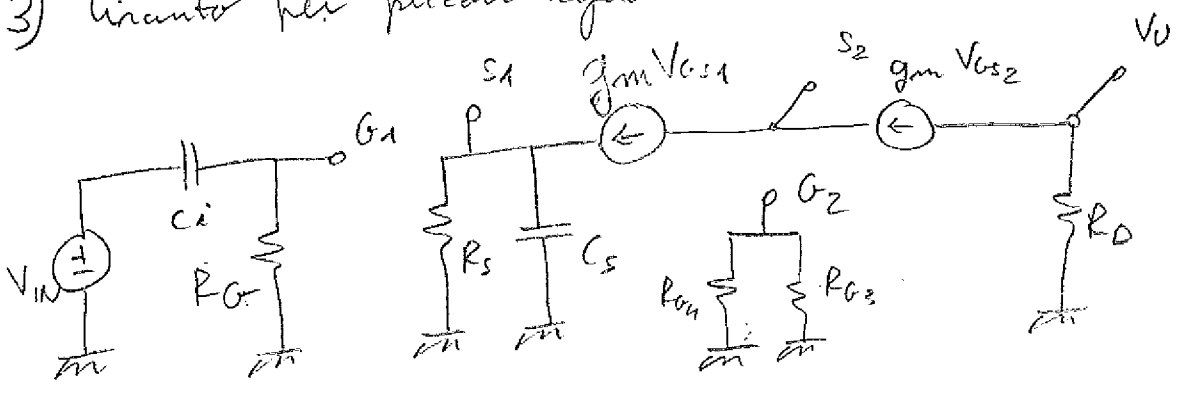
$V_{S2} = V_{D2} = V_{G2} - V_{GS2} = 6V$

Quindi $V_{DS1} = V_{D1} - V_{S1} = 2V \geq V_{GS1} - V_T = 1V \Rightarrow$ Sat. M_1 OK

$V_{D2} = V_{DD} - R_D I_{DS2} = 8V$

$V_{DS2} = V_{D2} - V_{S2} = 2V \geq V_{GS2} - V_T = 1V \Rightarrow$ sat. M_2 OK

3) Circuito per piccoli segnali



$g_m = k(V_{GS} - V_T) = 2mS$

$R_G = R_{G1} // R_{G2} = 25k\Omega$

$A_V(s) = \frac{k s \left(\frac{s}{\omega_0} + 1 \right)}{\left(\frac{s}{\omega_{p1}} + 1 \right) \left(\frac{s}{\omega_{p2}} + 1 \right)}$

$\omega_0 = \frac{1}{R_S C_S} = 250 \text{ rad/sec}$

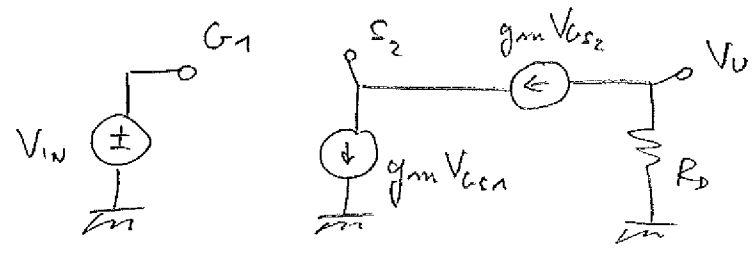
$\omega_{p2} = \frac{1}{R_G C_i} = 40 \text{ rad/sec}$

$$\omega_{p2} = \frac{1}{R_{VCS} C_S}$$

$$R_{VCS} = \frac{1}{g_m} \parallel R_S = 444,44 \Omega$$

$$\omega_{p2} = 2,25 \text{ Mrad/sec}$$

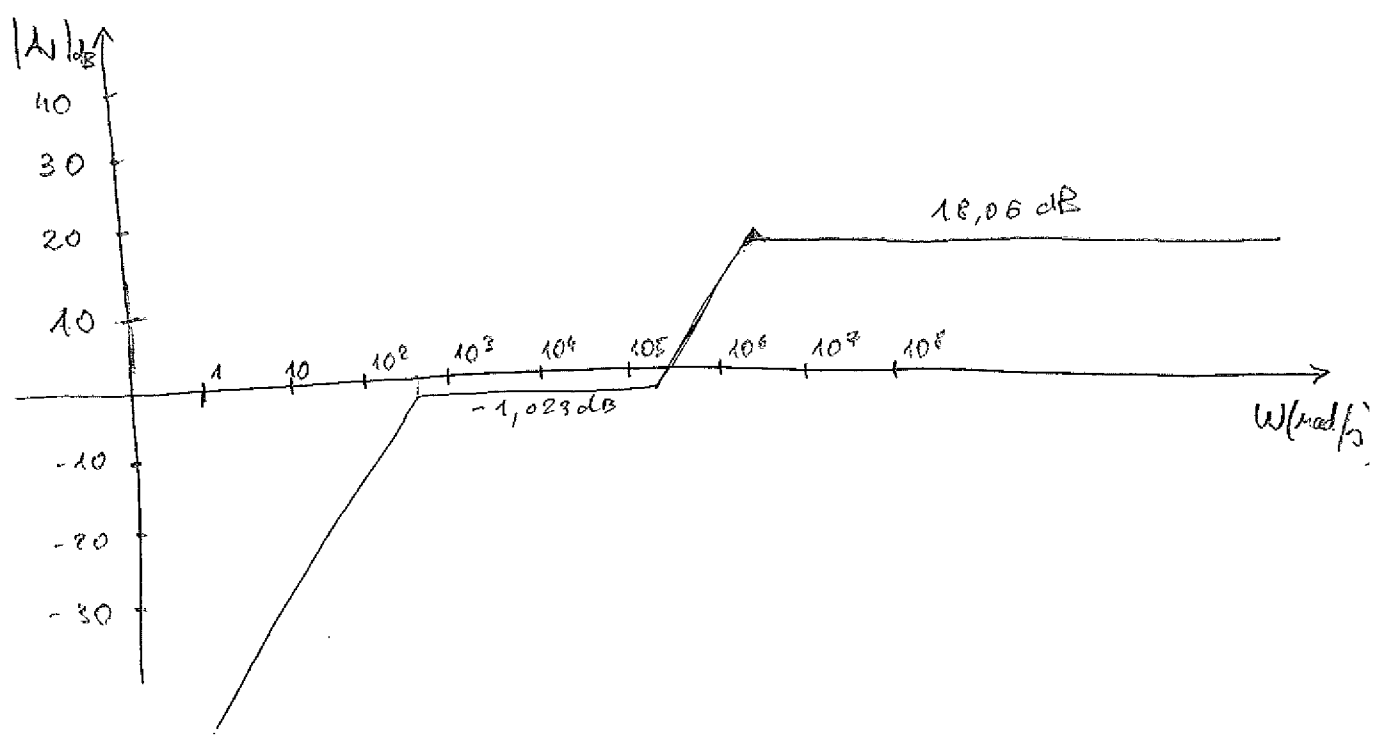
$A_V(\infty)$



$$g_m V_{CS2} = g_m V_{CS1} = g_m V_{IN}$$

$$V_O = -R_D g_m V_{CS2} \Rightarrow A_V(\infty) = -R_D g_m = -8 \text{ (18,06 dB)}$$

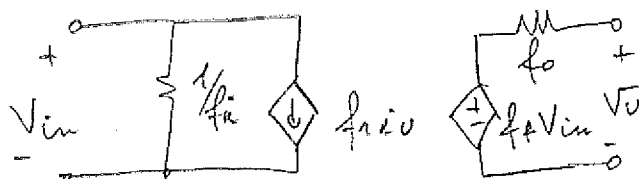
$$A_V(\infty) = \frac{k \omega_{p1} \omega_{p2}}{\omega_0} \Rightarrow k = \frac{A_V(\infty) \omega_0}{\omega_{p1} \omega_{p2}} = -2,22 \cdot 10^{-2}$$



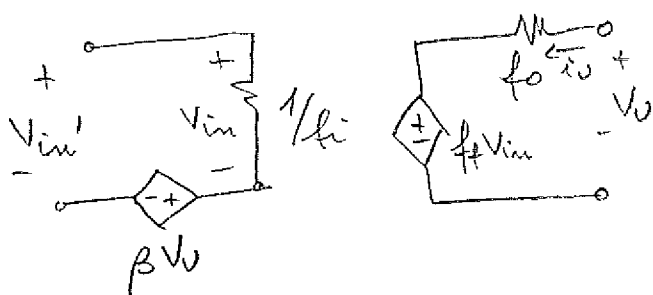
(4)

$$4) f_i^{-1} = 50 \Omega, f_r = 0, f_f = 100, f_o = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_o = 1 \Omega$$



Si applica una reazione di tensione-uscita



$$i_o' = \frac{V_o}{f_o} \Big|_{V_{in}'=0} \Rightarrow V_{in} = -\beta V_o$$

$$V_o = f_f V_{in} + f_o i_o' = -f_f \beta V_o + f_o i_o'$$

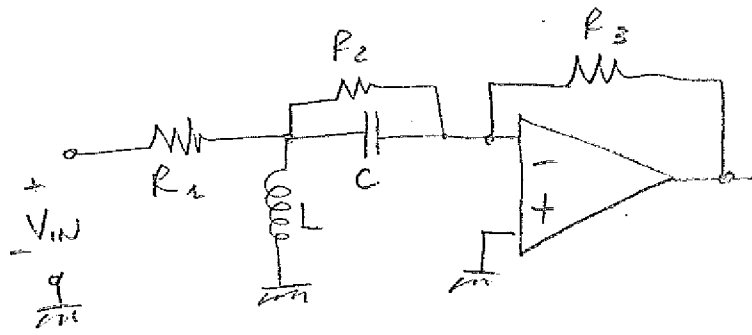
$$\Rightarrow V_o (1 + \beta f_f) = f_o i_o'$$

$$\Downarrow$$

$$f_o' = \frac{V_o}{i_o'} \Big|_{V_{in}'=0} = R_o = \frac{f_o}{1 + \beta f_f}$$

$$\beta = \frac{f_o - f_o'}{f_o' f_f} = 9,99$$

5



$$Z_{in} = R_1 + Ls \parallel \frac{1}{Cs} \parallel R_2$$