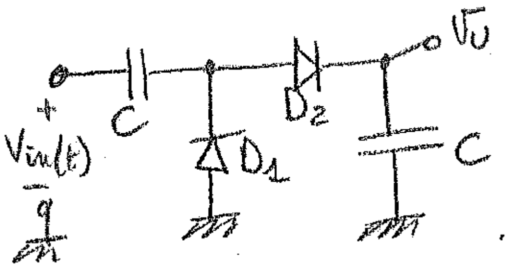
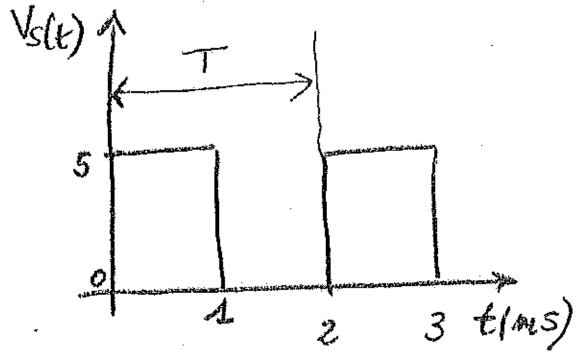
SCHEDA **A12_06**		Data: **27 Giugno 2012**
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

6 punti (4)

Determinare l'andamento della tensione di uscita $V_u(t)$ a regime del circuito mostrato, quando in ingresso è posta la tensione $V_{in}(t)$ periodica (periodo $T = 2$ ms) come quella indicata in figura. Determinare inoltre il valore medio e quello efficace di $V_u(t)$. Si considerino i diodi ideali.

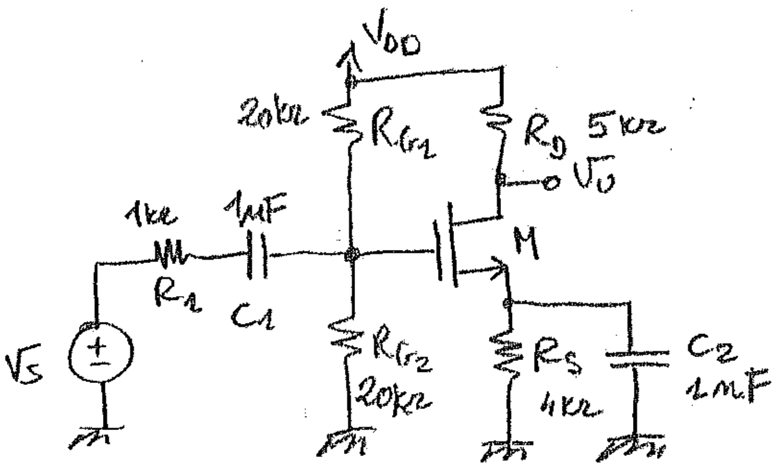




ESERCIZIO N°2

7 punti (4)

Determinare il punto di riposo del transistore M del seguente circuito.



$V_{DD} = 12V$

$K_n = \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} = 2 mA/V^2$

$r_d = \infty \Omega$

$V_T = 1V$

ESERCIZIO N°3

7 punti (4)

Ricavare il circuito per piccoli segnali dell'amplificatore mostrato nell'esercizio precedente, ricavare la funzione di trasferimento $A_v(s)=V_u(s)/V_s(s)$ e 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

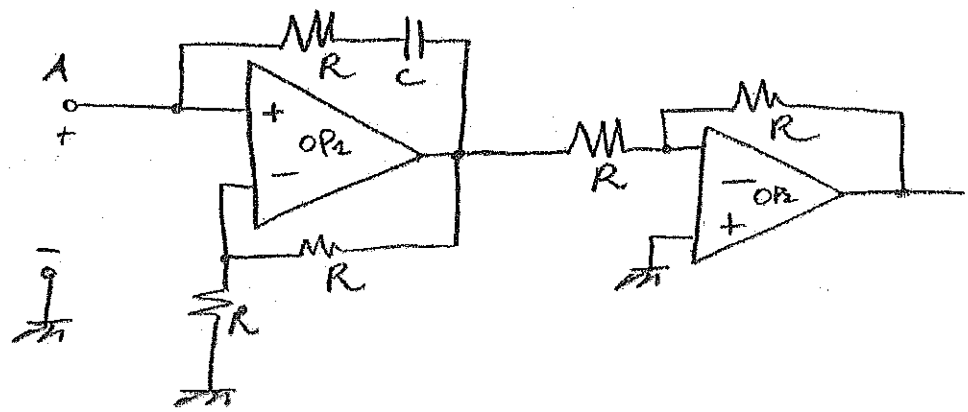
6 punti (4)

Progettare un filtro passa-basso con pulsazione di taglio $\omega_p = 1$ krad/s e guadagno in banda passante pari a 20 dB. Si dimensionino opportunamente i componenti specificati.

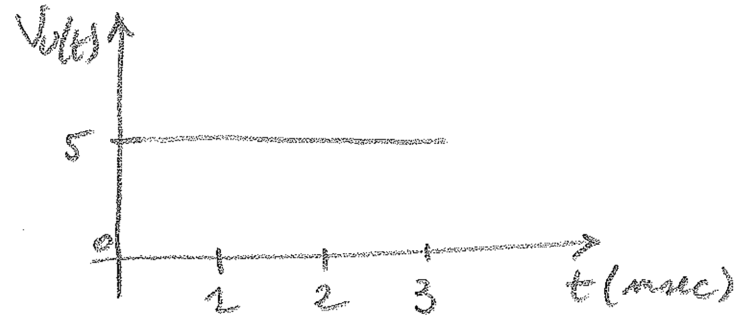
ESERCIZIO N°5

7 punti (4)

Ricavare l'espressione analitica dell'impedenza vista tra il nodo A e massa nel seguente circuito. OP_1 e' ideale, mentre OP_2 ha R_{in}=2 MΩ, R_{out}=1KΩ e $\omega_p = 25$ rad/s., $A = 250$



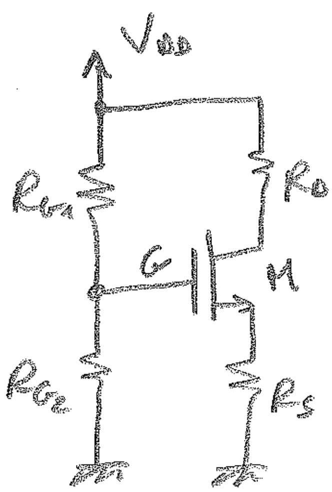
1) Il circuito è un rivelatore picco - picco, quindi la funzione di uscita avrà il seguente andamento (costante)



Abbiamo che $\overline{V_U} = \frac{1}{T}\int_0^T v_U(t)dt = 5V$

$$V_{Ueff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T v_U^2(t)dt} = 5V = \overline{V_U}$$

2) Il circuito di polarizzazione è il seguente



$$V_G = \frac{R_{G2}}{R_{G1}+R_{G2}} V_{DD} = 6\ V$$

Supponiamo M in saturazione

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

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

$$V_{GS} = V_G - \frac{R_S k_n}{2}(V_{GS}-V_T)^2 \Rightarrow \frac{R_S}{2} k_n\left[V_{GS}^2 - 2V_{GS}V_T + V_T^2\right] + V_{GS} - V_G = 0$$

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

$$V_{GS}^2 + \left[\frac{2}{R_S k_n} - 2V_T\right] V_{GS} + V_T^2 - \frac{2V_G}{R_S k_n} = 0$$

$$V_{GS}^2 - 1{,}75\,V_{GS} - 0{,}5 = 0$$

$$V_{GS} = \begin{cases} 2V \longrightarrow \text{OK perché } V_{GS} \geq V_T \\ -0{,}25\,V \end{cases}$$

Troviamo quindi $I_{DS} = \frac{k_n}{2}(V_{GS}-V_T)^2 = 1\,mA$

$$V_S = V_G - V_{GS} = 4V$$

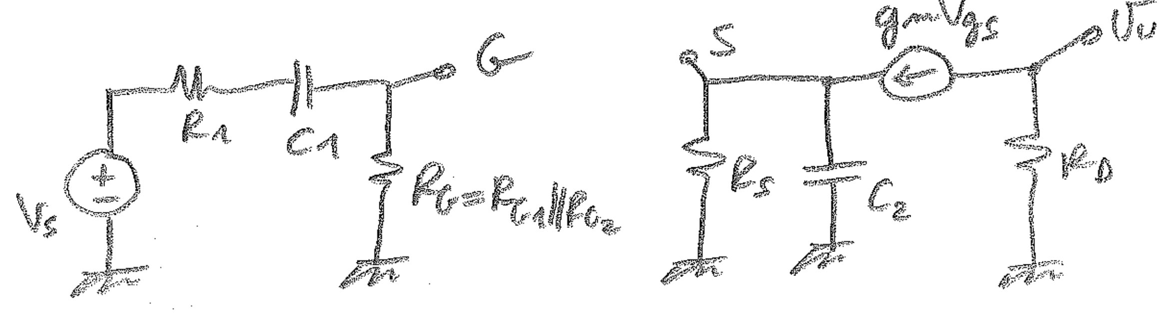
$$V_D = V_{DD} - R_D I_{DS} = 7V$$

$$V_{DS} = V_D - V_S = 3V \geq V_{GS} - V_T = 1V$$

Quindi la saturazione è verificata

$$g_m = \frac{\partial I_{DS}}{\partial V_{GS}} = k_n(V_{GS}-V_T) = 2\,mS$$

3) Circuito per piccoli segnali



La funzione di trasferimento avrà la seguente forma

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

Questo per i seguenti motivi:

1) 2 condensatori e nessuna maglia impropria, quindi mi aspetto 2 poli.

2) C_1 introduce uno zero nell'origine, perché in serie al segnale

3) Per $S \to \infty$ (C chiusi) $A_V \neq 0 \Rightarrow$ mi aspetto il grado del numeratore = al grado del denominatore $\Rightarrow$ mi aspetto anche uno zero a frequenza finita.

I poli me li ricavo con il metodo della resistenza vista.

$$\omega_{p1} = \frac{1}{R_{VC1} C_1} \qquad R_{VC1} = R_1 + R_{G1} \| R_{G2} = 11\,k\Omega$$

$\omega_{p1} = 90{,}91$ rad/sec

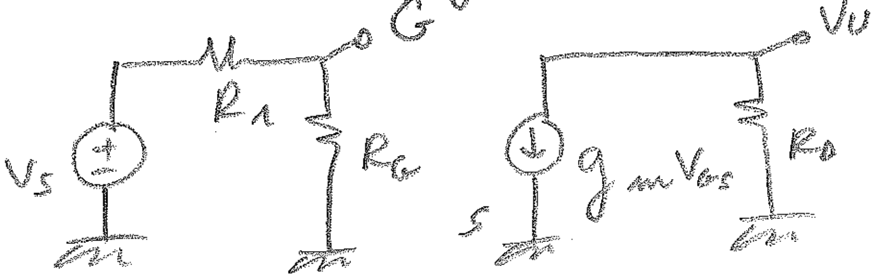
$$\omega_{p2} = \frac{1}{R_{VC2} C_2} \qquad R_{VC2} = R_S \| \frac{1}{g_m} = 444\,\Omega$$

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

$$\omega_0 = \frac{1}{R_S C_2} = 250 \text{ krad/sec}$$

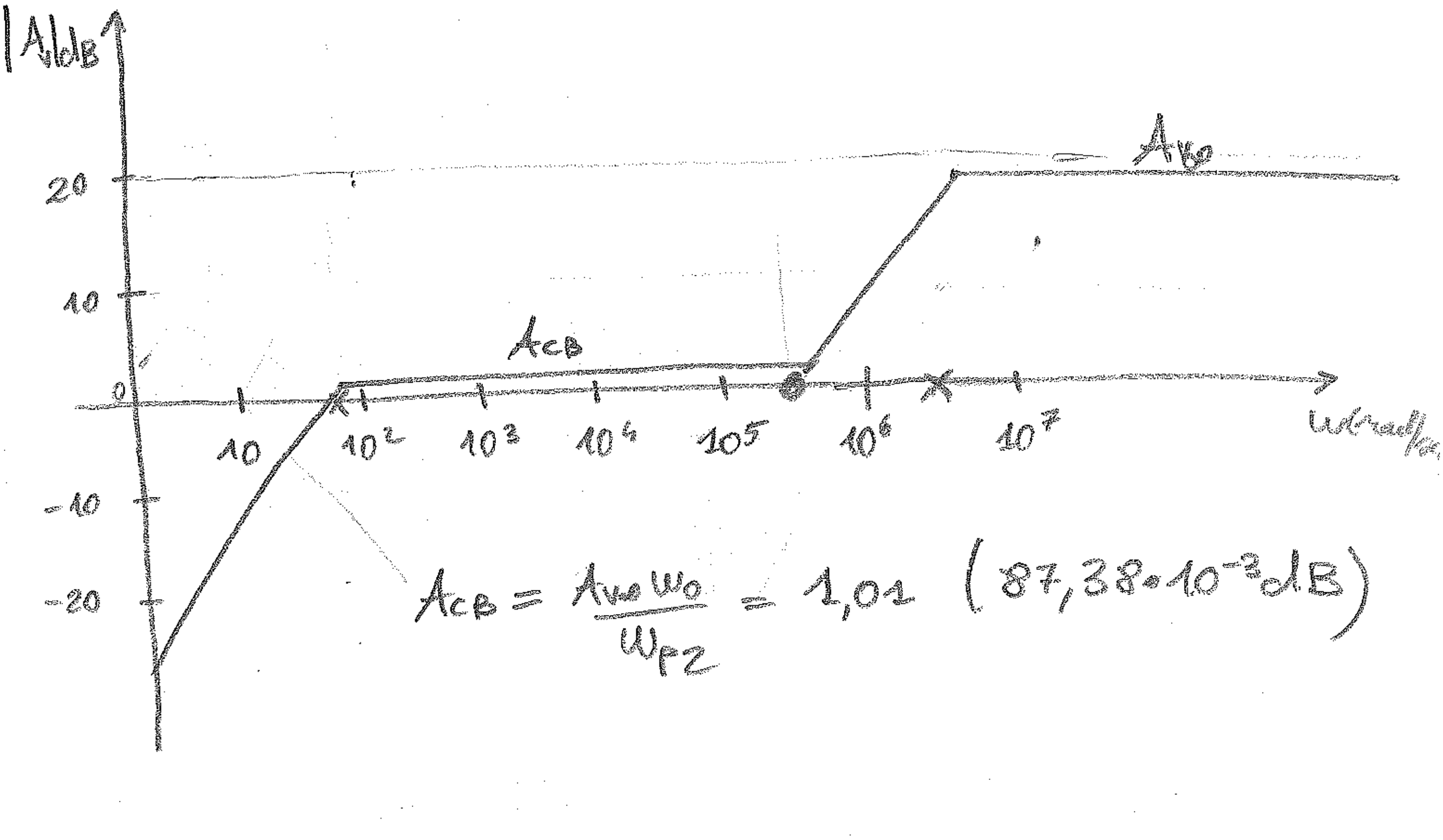
Calcolo $A_V(s \to +\infty) \triangleq A_{V\infty}$

Il circuito è il seguente



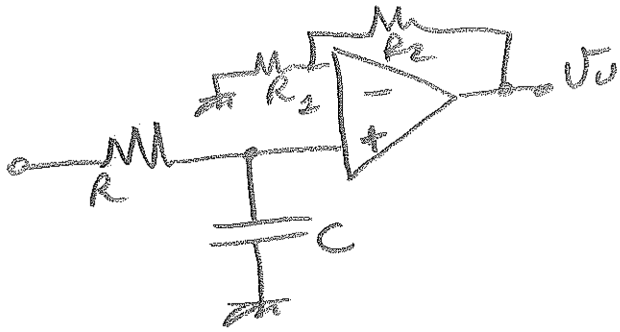
$$A_{V\infty} = -\frac{R_D\, g_m\, R_G}{R_G + R_1} = 9,091 \quad (19,17\,dB)$$

Quindi $\frac{k\,\omega_{p1}\,\omega_{p2}}{\omega_0} = A_{V\infty} \Rightarrow k = \frac{A_{V\infty}\,\omega_0}{\omega_{p1}\,\omega_{p2}} = 11,11 \cdot 10^{-3}$



$$A_{CB} = \frac{A_{V\infty}\,\omega_0}{\omega_{p2}} = 1,01 \quad (87,38 \cdot 10^{-3}\,dB)$$

Una soluzione può essere la seguente



$$A_V(s) = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\frac{1}{\frac{s}{\omega_p}+1} \qquad \omega_p = \frac{1}{RC} = 1\ \text{krad/sec}$$

$R = 1\,k\Omega$

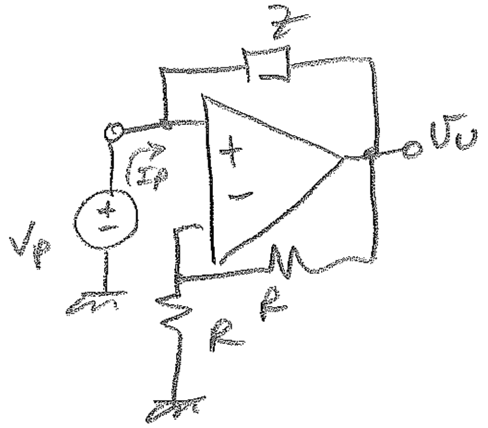
$C = 1\,\mu F$

$$A_{V0} = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right) = 10 \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 9 \Rightarrow R_2 = 9\,k\Omega$$

$R_1 = 1\,k\Omega$

5) Calcolo la resistenza vista.

Essendo OP2 ideale, ciò che sta a valle non influenza la resistenza vista tra A e massa.
Posso quindi considerare il seguente sistema



$$Z = R + \frac{1}{Cs} = \frac{RCs+1}{Cs}$$

$$V_U = V_P\left(1+\frac{R}{R}\right) = 2V_P$$

$$V_P - V_U = Z I_P$$

$$V_P - 2V_P = Z I_P \Rightarrow -V_P = Z I_P$$

$$R_V = \frac{V_P}{I_P} = -Z = -\left(\frac{RCs+1}{Cs}\right)$$