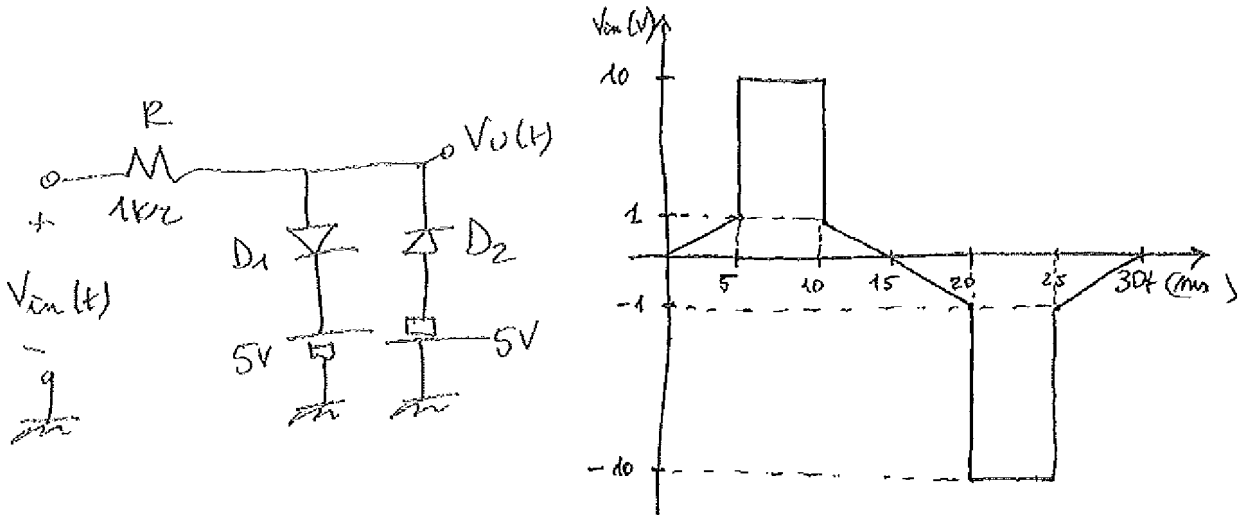


ESERCIZIO N°1

6 punti (4)

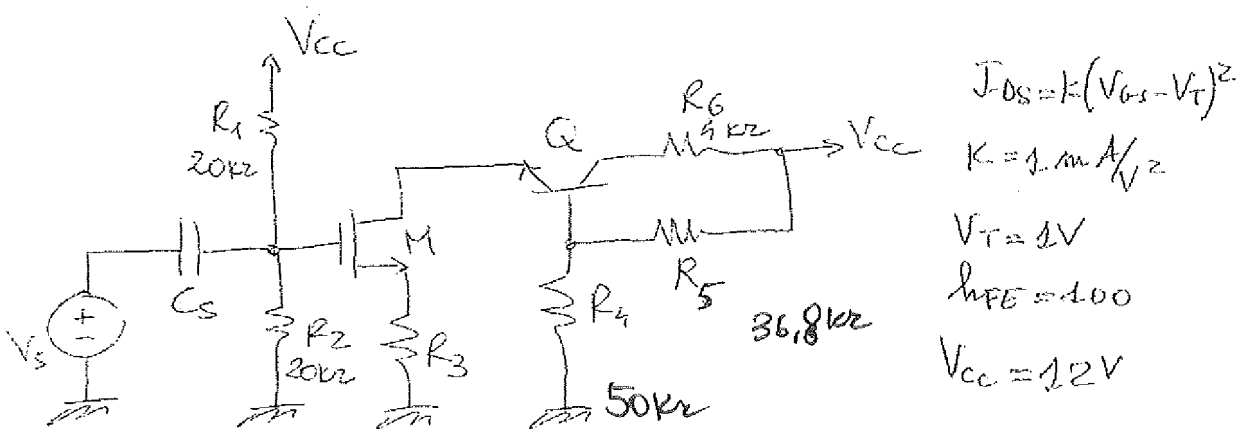
Determinare l'andamento della tensione di uscita $V_u(t)$ del circuito mostrato, quando in ingresso è posta la tensione $V_{in}(t)$ periodica (periodo $T = 30$ ms) come quella indicata in figura. Determinare inoltre il valore medio $V_u(t)$. Si considerino i diodi ideali.



ESERCIZIO N°2

7 punti (4)

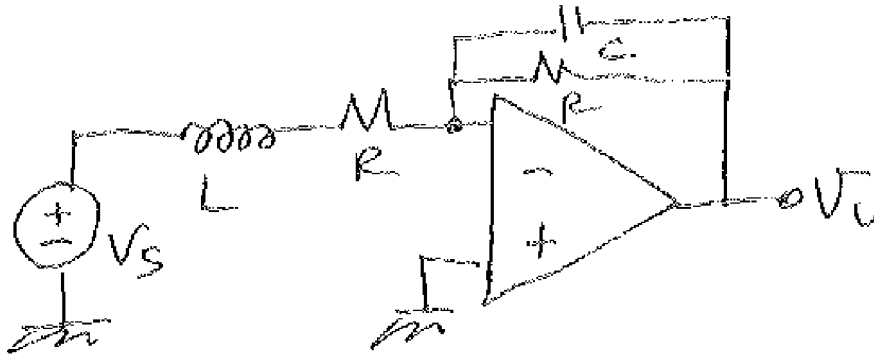
Determinare il punto di riposo dei transistori del seguente circuito e il valore di R_3 per cui la corrente di drain di M sia $I_{DS} = 1$ mA. Disegnare il circuito per piccoli segnali.



ESERCIZIO N°3

7 punti (4)

Ricavare la funzione di trasferimento del seguente circuito e tracciarne i diagrammi asintotici di Bode. Si supponga l'OP-AMP ideale.



$$\begin{aligned} R &= 1 \text{ k}\Omega \\ C &= 2 \text{ nF} \\ L &= 1 \text{ }\mu\text{H} \end{aligned}$$

ESERCIZIO N°4

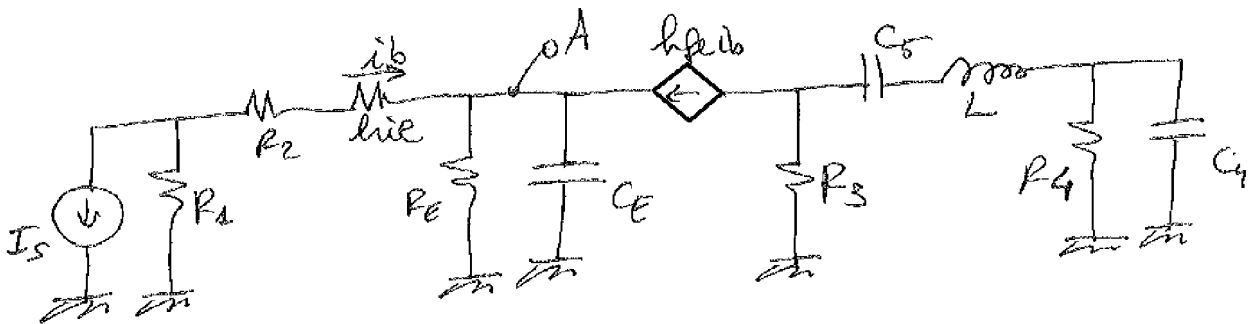
6 punti (4)

Reazionare in maniera opportuna un amplificatore di tensione con $f_i^{-1} = 100 \Omega$, $f_r = 0$, $f_f = 2000$ e $f_o = 1 \text{ k}\Omega$ in maniera da ottenere per il circuito reazionato una resistenza di uscita $R_o = 0.1 \Omega$.

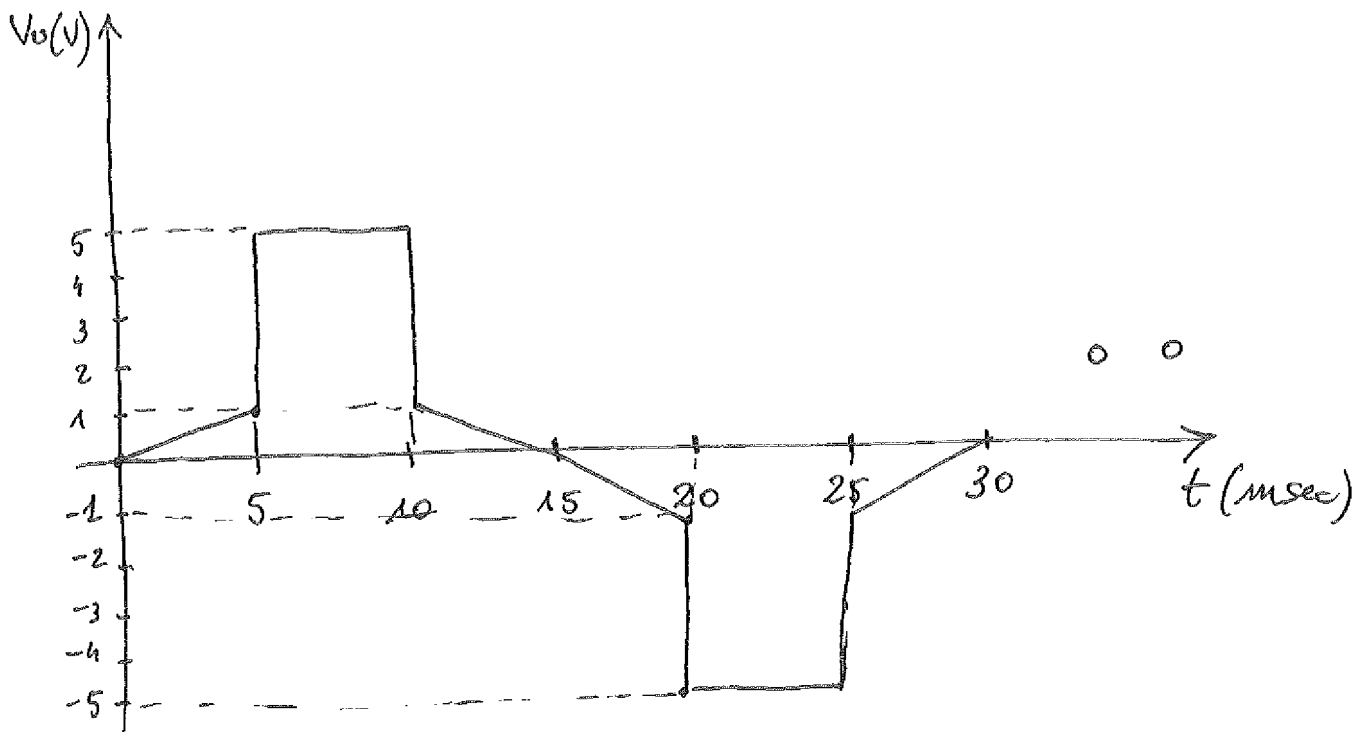
ESERCIZIO N°5

7 punti (4)

Ricavare l'espressione analitica dell'impedenza vista tra il nodo A e massa nel seguente circuito.

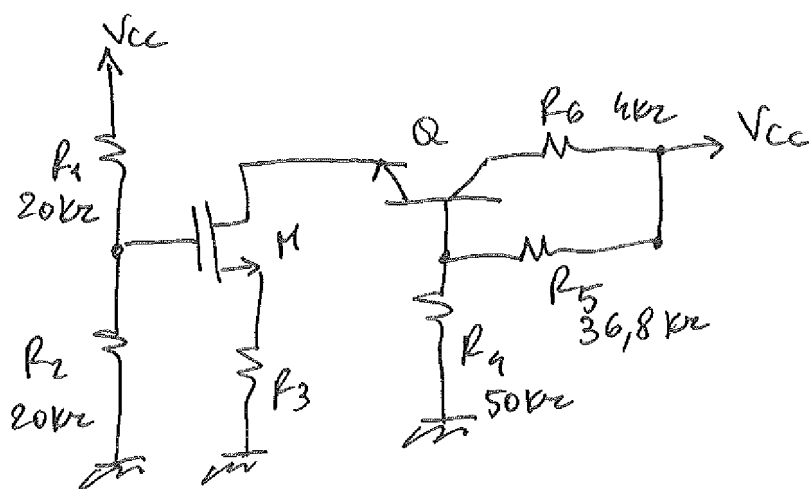


1) La tensione in uscita sarà la seguente, visto che il circuito in questione è un tagliatore a $\pm 5V$.



Essendo $V_0(t)$ simmetrica rispetto all'asse t , \Rightarrow il valore medio sarà nullo $\bar{V}_0 = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} V_0(t) dt = 0$

2) Il circuito di polarizzazione è il seguente



Dall'equazione $I_{DS} = k(V_{GS} - V_T)^2$ otteniamo (2)

$V_{GS} = 2V$ che è l'unica soluzione possibile in quanto deve essere $V_{GS} \geq V_T$

$$V_G = \frac{V_{CC} R_2}{R_1 + R_2} = 6V$$

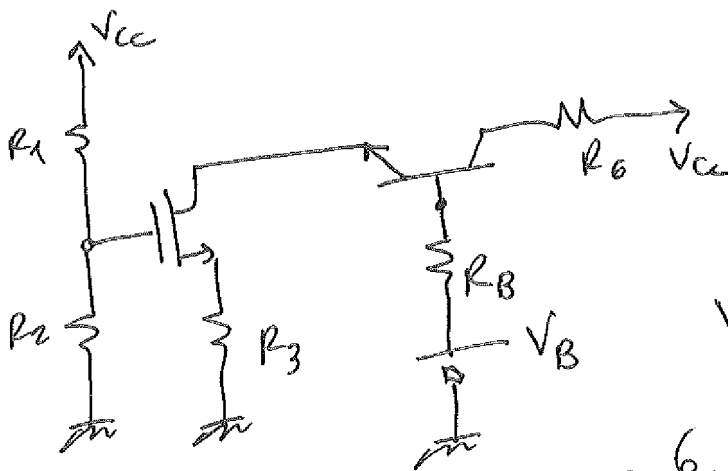
Quindi $V_S = V_G - V_{GS} = 4V$

Dovendo essere $I_{DS} = 2mA \Rightarrow R_a = \frac{V_S}{I_{DS}} = 4k\Omega$

$$I_{DS} = I_E \quad I_B = \frac{I_E}{h_{FE} + 1} = 9,9 \mu A$$

$$I_C = I_E - I_B = 0,9901 mA$$

Possiamo applicare sulla base il Th. di Thevenin



$$V_B = \frac{R_4}{R_4 + R_5} V_{CC} = 6,912V$$

$$R_B = R_4 || R_5 = 21,1098 k\Omega$$

$$V_{base} = V_B - R_B I_B =$$

$$= 6,702$$

Quindi $V_E = V_{base} - V_{BE(on)} \approx 6,002V$

$$V_D = V_E \Rightarrow V_{DS} = 6,002 - 4 = 2,002 \geq V_{GS} - V_T = 1V$$

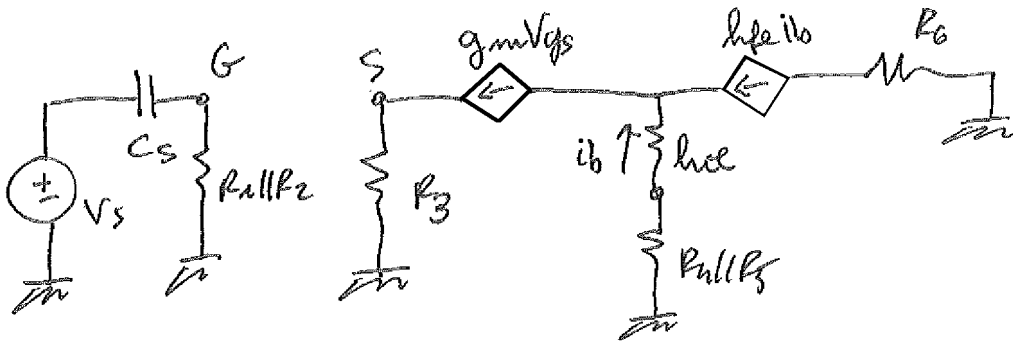
Quindi la saturazione di M è verificata

$$V_C = V_{CC} - R_6 I_C = 8,0396V$$

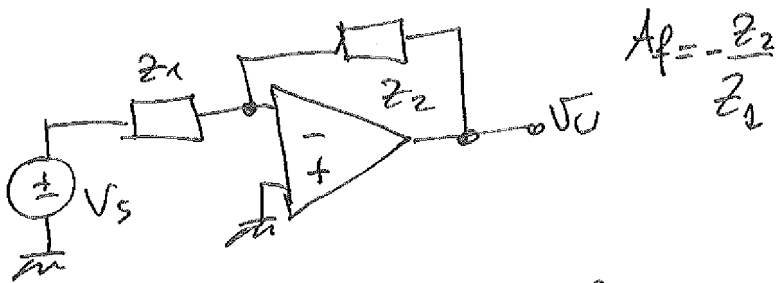
Quindi $V_{CE} = V_C - V_E = 2,0376 > V_{CEsat}$

Quindi Q lavora in zona attiva diretta

Il circuito per piccoli segnali è il seguente:



3) Il circuito può essere schematizzato come segue



$$A_f = -\frac{Z_2}{Z_1}$$

$$Z_1 = Ls + R \quad Z_2 = \frac{R}{Cs} = \frac{R}{R + \frac{1}{Cs}} = \frac{R}{Rcs + 1}$$

$$\text{Quindi } A_f = -\frac{R}{Rcs + 1} \cdot \frac{1}{Ls + R} = -\frac{1}{(Rcs + 1) \left(\frac{Ls}{R} + 1\right)} =$$

$$= \frac{A_{f0}}{\left(\frac{s}{\omega_1} + 1\right) \left(\frac{s}{\omega_2} + 1\right)}$$

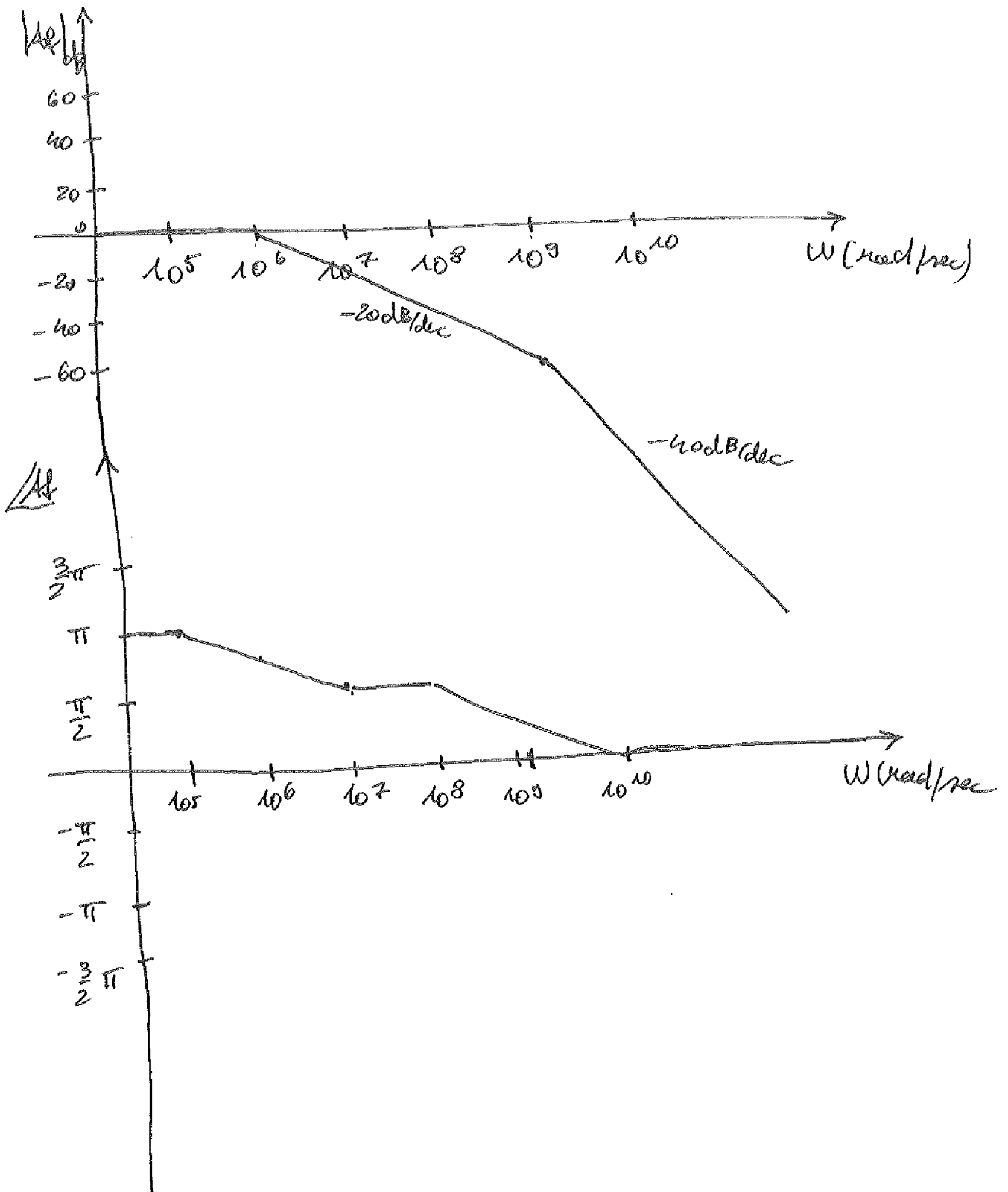
$$A_{f0} = -1$$

$$\omega_1 = \frac{1}{RC} = 1 \text{ Mrad/sec}$$

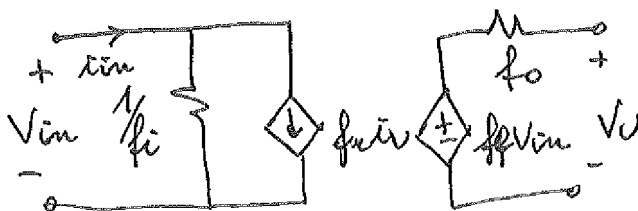
$$\omega_2 = \frac{R}{L} = 1 \text{ Grad/sec}$$

I diagrammi di Bode saranno i seguenti

(4)

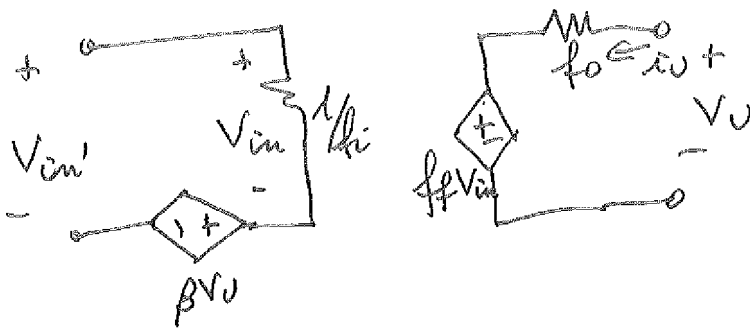


4) Si applica una risonanza di tipo tensione, se



Essendo per ipotesi $f_r = 0$

(5)



$$f_0' = \left. \frac{V_U}{r_U} \right|_{V_{in}'=0} \Rightarrow V_{in} = -\beta V_U$$

Sull'uscita avremo che

$$V_U = ff V_{in} + f_0 i_U = -ff \beta V_U + f_0 i_U \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_U (1 + \beta ff) = f_0 i_U$$

da cui $f_0' = \left. \frac{V_U}{r_U} \right|_{V_{in}'=0} = \frac{f_0}{1 + \beta ff} = R_0$

Dovendo essere $R_0 = 0,2 \Omega$

$$f_0' (1 + \beta ff) = f_0 \Rightarrow f_0' \beta ff = f_0 - f_0'$$

$$\beta = \frac{f_0 - f_0'}{f_0' ff} = 4,9995 \approx 5$$

5) L'impedenza vista è semplificata

$Z_E = R_{VE} \parallel \frac{1}{C_E S}$ dove R_{VE} è l'impedenza vista dall'emettitore di un doppio carico.

In questo caso particolare

$$R_{VE} = R_E \parallel \left[\frac{h_{ie} + R_2 + R_1}{h_{fe} + 1} \right]$$

Quindi $Z_E = \frac{R_{VE}}{R_{VE} C_E S + 1}$