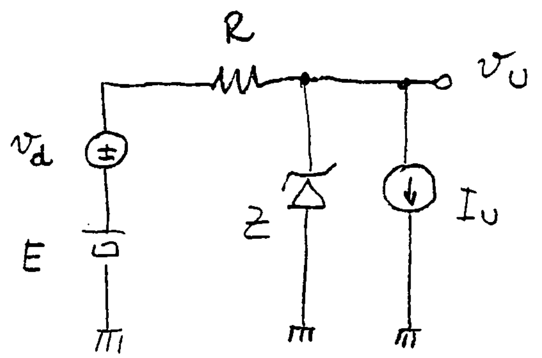
SCHEDA **A07_09**		Data **10 Gennaio 2008**
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

7 punti

Nel seguente regolatore determinare R in modo da garantire il corretto funzionamento per tutto il range delle tensioni di ingresso (20 V < E < 24 V) e delle correnti di uscita (I_U < 200 mA). R deve essere scelta in modo da rendere minima la potenza massima erogata dal generatore.
Determinare quindi il valore complessivo della v_U in presenza del disturbo v_d e con E = 22 V e I_U = 100 mA.



$v_d = V_M \operatorname{sen} \omega_0 t$

$V_M = 1\,mV$

$\omega_0 = 2\pi \cdot 100\,Hz$

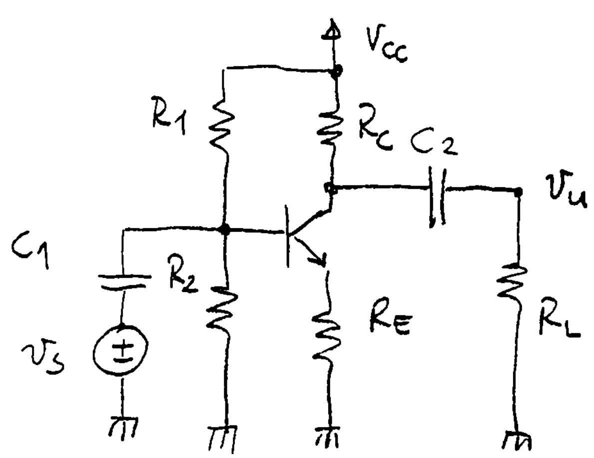
$\left.\begin{array}{l} V_Z = 15V \\ r_Z = 1\Omega \end{array}\right\}$ e $I_Z = 100mA$

$r_{ZK} = 50\Omega$ e $I_{ZK} = 5mA$

ESERCIZIO N°2

6 punti

Determinare il punto di riposo del circuito seguente e i parametri del modello per piccoli segnali semplificato del BJT. Per il BJT si sa che $h_{FE} = h_{fe} = 200$ e $h_{ie} = 800\ \Omega$ @ 10 mA.



$V_{CC} = 12V$

$C_1 = 1\mu F$

$C_2 = 10\mu F$

$R_E = 200\,\Omega$

$R_C = 1{,}2\,k\Omega$

$R_L = 800\,\Omega$

$R_1 = 10{,}3\,k\Omega$

$R_2 = 1{,}7\,k\Omega$

ESERCIZIO N°3

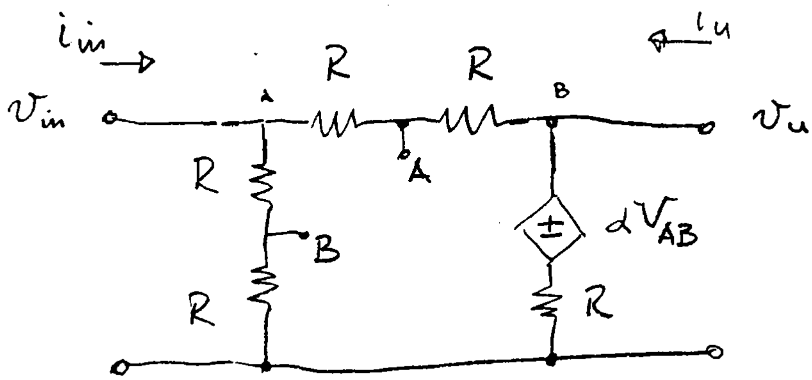
7 punti

Determinare la risposta in frequenza del circuito dell'esercizio 2 e tracciarne i diagrammi asintotici di Bode. in questo esercizio si assuma $h_{ie} = 1\,k\Omega$

ESERCIZIO N°4

6 punti

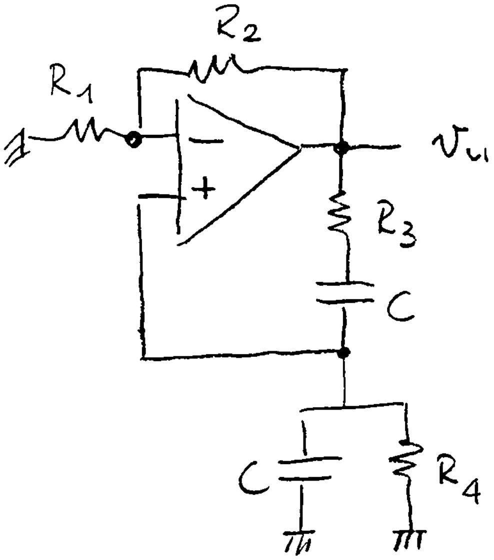
Determinare i parametri h_i e h_f del seguente circuito.



ESERCIZIO N°5

7 punti

Determinare frequenza e ampiezza a regime del seguente oscillatore.



$R_2 = 4 R_1$

$R_3 = R_4 \left(1 + \frac{P_3}{P_0}\right)$

$R_4 = 1\,k\Omega$

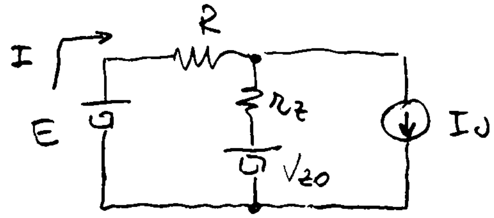
$C = 1\,\mu F$

con $P_0 = 1\,mW$

e P_3 è la potenza media dissipata da R_3

1

Modello



$r_z = 1\,\Omega \qquad V_{Z0} = 14{,}9\,V$

$$P_E = E \cdot I = E \cdot \left(\frac{E - V_{Z0}}{R + r_z} + \frac{I_U r_z}{R + r_z} \right)$$

La P_{EMAX} è minima per il massimo valore di R compatibile col corretto funzionamento.

Quindi, con E_{min} e I_{UMAX} si dovrà avere $I_Z > 4\, I_{ZK}$, cioè

$$\frac{E_{min} - V_{Z0}}{R + r_z} - I_{UMAX} \cdot \frac{R}{R + r_z} > 4\, I_{ZK} \quad \text{da cui}$$

$$E_{min} - V_{Z0} - I_{UMAX} R > 4\, I_{ZK} (R + r_z)$$

$$R(4\, I_{ZK} + I_{UMAX}) < E_{min} - V_{Z0} - 4\, I_{ZK}\, r_z \qquad R = 23{,}09\,\Omega$$

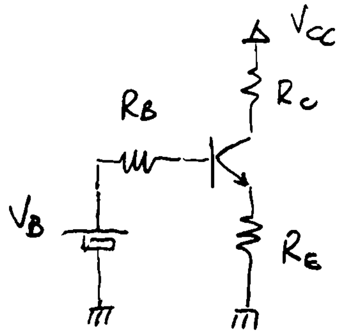
Fissata R si può trovare l'uscita per una data E e I_U dalla formula

$$v_U = E - R\,\frac{E - V_{Z0}}{R + r_z} - I_U \frac{r_z R}{R + r_z} + v_d \frac{r_z}{R + r_z}$$

$$V_U = 15{,}1\ V \qquad v_{uM} = 42\ mV$$

2

Punto di riposo



hp: zona att. diretta

$$R_B = R_1 // R_2 = 1{,}459\ \text{k}\Omega$$

$$V_B = V_{CC} \frac{R_2}{R_1+R_2} = 1{,}7\ \text{V}$$

Maglia di ingresso

$$I_B = \frac{V_B - V_{BEon}}{R_B + R_E (h_{FE}+1)} = 24\ \mu\text{A}$$

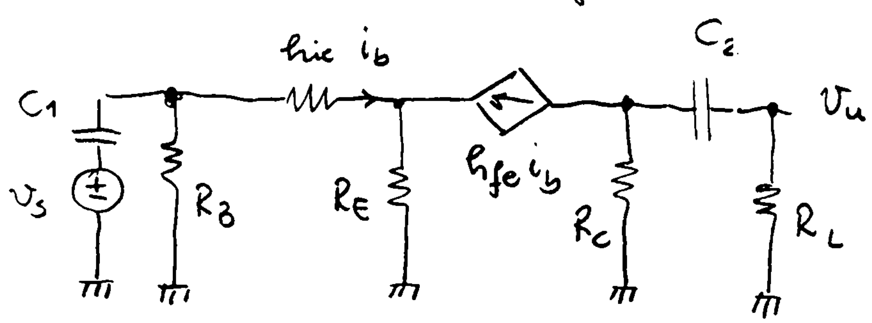
$$I_C = h_{FE}\, i_B = 4{,}80\ \text{mA}$$

$$V_{CE} = V_{cc} - R_C I_C - R_E I_C \frac{(h_{FE}+1)}{h_{FE}} = 5{,}27\ \text{V}$$ ok hp

$$h_{ie} = r_{bb'} + \frac{V_T}{I_C} h_{fe} = h_{ie}^{*} - V_T h_{fe} \left(\frac{1}{I_C^{*}} - \frac{1}{I_C} \right) = 1{,}36\ \text{k}\Omega$$

(con l'asterisco ho indicato i valori corrispondenti alle condizioni usate dal produttore)

(3) Circuito per piccoli segnali



Si tratta di un amplificatore a "doppio carico", con uscita sul collettore.
A centro banda (C_1 e C_2 cortocircuitati)

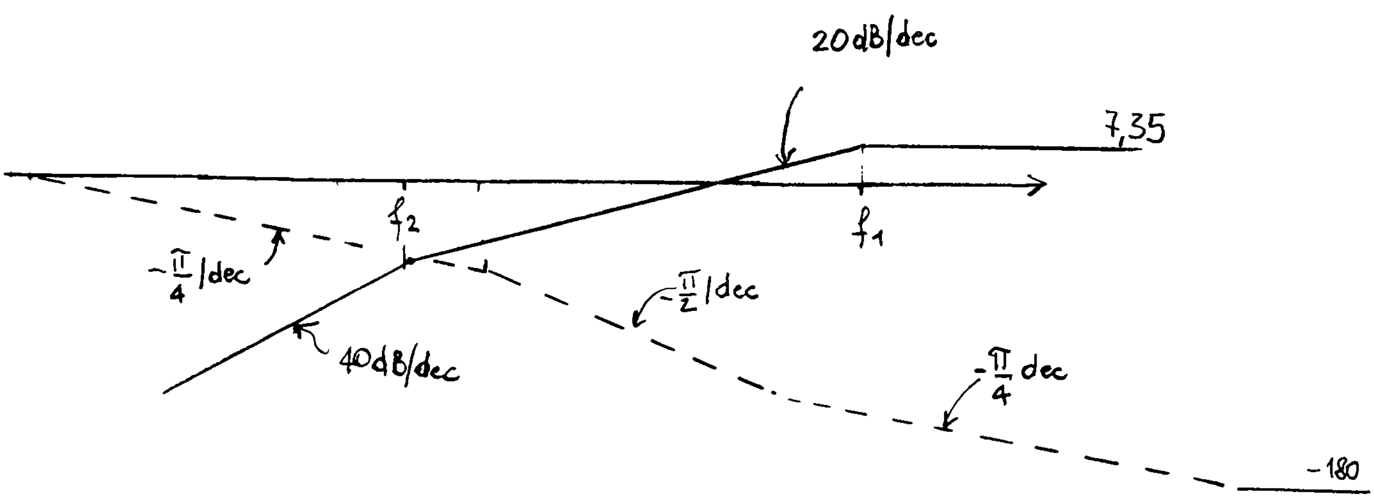
$$A_{CB} = -\frac{h_{fe}\; R_L /\!/ R_C}{h_{ie} + R_E\,(h_{fe}+1)} = 2{,}33 \qquad (7{,}35\ \mathrm{dB})$$

I due condensatori inseriscono 2 zeri nell'origine e due poli che possono essere trovati con la valutazione della resistenza vista

$$R_{V1} = R_B /\!/ \left[h_{ie} + R_E\,(h_{fe}+1)\right] = 1{,}41\,\mathrm{k\Omega}\ ; \quad P_1 = \frac{1}{C_1 R_{V1}} = 710\ \mathrm{rad/s}\ (113\ \mathrm{Hz})$$

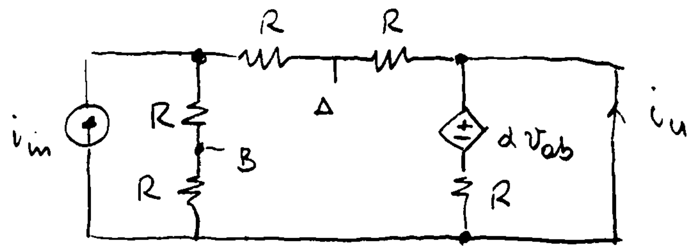
$$R_{V2} = R_C + R_L = 2\,\mathrm{k\Omega} \qquad P_2 = \frac{1}{C_2 R_{V2}} = 50\ \mathrm{rad/s}\ (7{,}96\ \mathrm{Hz})$$

Si possono tracciare i diagrammi di bode



(4)

$$h_i = \left.\frac{v_{in}}{i_{in}}\right|_{v_u=\phi} \qquad h_f = \left.\frac{i_u}{i_{in}}\right|_{v_u=\phi}$$



In queste condizioni $v_{ab} = \phi$ quindi $i_u = -i_{in}/2$

$$v_{in} = i_{in} \cdot (2R \,//\, 2R)$$

Si ha infine $h_i = R$ e $h_f = -1/2$

(5)

Oscillatore a ponte di Wien
Taglio in ingresso al NON invertente:

$$bA = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\cdot\frac{Z_4}{Z_3+Z_4}$$

ove $Z_3 = R_3 + \frac{1}{Cs}$

$Z_4 = \frac{R_4}{R_4Cs+1}$ da cui

$$bA = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\cdot\frac{R_4Cs}{R_3R_4(Cs)^2+(R_3+2R_4)Cs+1}$$

Condizioni di Barkhausen

$\Im m\{bA\} = \phi$ per $\omega_0 = \frac{1}{C}\sqrt{\frac{1}{R_3R_4}}$

$$Re\{bA\}_{\omega=\omega_0} = \left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\cdot\frac{R_4}{R_3+2R_4}$$

All'innesco è $Re\{bA\} = 5/3 > 1$ (ok)

A regime dovrà essere $Re\{bA\} = 1$ da cui

$5R_4 = R_3' + 2R_4$ $R_3' = 3R_4$ pertanto $P_3 = 2\,mW$

inoltre a regime $\omega_0 = 577\ rad/s$ $(91,9\ Hz)$

Ma è, per la legge di Joule (a reg. sinusoidale)

$P_3 = R_3'\cdot\frac{i_{3M}^2}{2}$ da cui $i_{3M} = \sqrt{2\frac{P_3}{R_3'}} = 1,155\ mA$

Quindi

$$v_{UM} = i_{3M}\cdot\left|Z_3'+Z_4\right|_{\omega=\omega_0} = i_{3M}\cdot\frac{1}{bA}\cdot\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\cdot\left|Z_4\right|_{\omega=\omega_0} =$$

$$= i_{3M}\cdot\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\cdot\frac{R_4}{\sqrt{1+\omega_0^2R_4^2C^2}} = i_{3M}\cdot\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)\cdot\frac{R_4}{\sqrt{1+R_4/R_3'}} = 5V$$