Scheda **A08_09**		Data: **11 Novembre 2008**
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

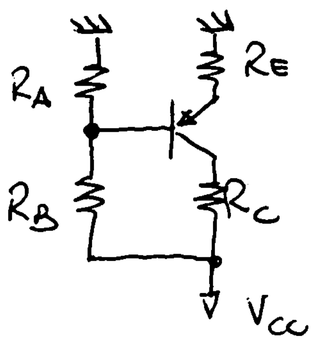
6 punti

Avendo a disposizione diodi e diodi Zener ideali e resistenze a scelta, si progetti una rete, composta dal minor numero di elementi possibile, dotata di una caratteristica di trasferimento lineare a tratti con le seguenti proprietà. La caratteristica, definita per tensioni di ingresso da -20 V a 20 V, passa dai punti (-20; -6), (-7; -4), (0; 0), (8; 5), (16; 8). Inoltre le pendenze dei tratti rettilinei tra -20 V e 20 V sono rispettivamente 1/11, 1/2, 2/3, 1/2 e 1/4. Il modulo della massima corrente erogata dal generatore di ingresso è pari a 10 mA.

ESERCIZIO N°2

6 punti

Determinare il punto di riposo del circuito seguente e, dopo aver determinato il valore di h_{ie} del transistore *pnp*, disegnare il circuito per piccoli segnali.



$V_{CC} = -15\,V$

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

$R_E = 1{,}1\,k\Omega$

$R_A = 4\,k\Omega$

$R_B = 11\,k\Omega$

$h_{FE} = 200$

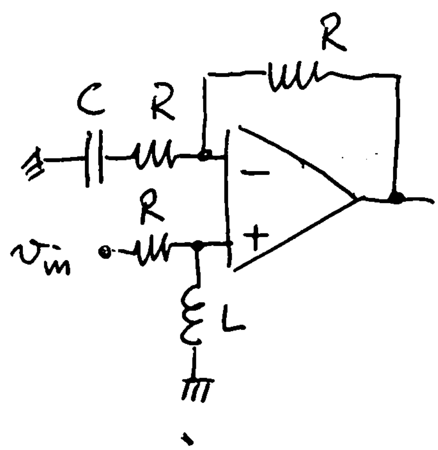
$h_{fe} = 250$

$r_{bb'} = 500\,\Omega$

ESERCIZIO N°3

7 punti

Determinare la risposta in frequenza e disegnare i relativi diagrammi asintotici di Bode del circuito seguente. Scrivere un'equazione in f la cui soluzione costituisca il limite superiore di banda del circuito.



$R = 1\,K\Omega$

$C = 1\,\mu F$

$L = 1\,H$

ESERCIZIO N°4

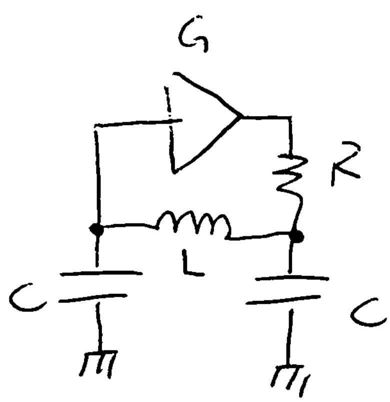
7 punti

Mostrare lo schema di un amplificatore transconduttivo unidirezionale, reazionato con un blocco β ideale in modo da migliorarne le caratteristiche rendendole più vicine a quelle ideali. Determinare come la presenza del blocco β modifica le resistenza di uscita dell'amplificatore.

ESERCIZIO N°5

7 punti

Determinare frequenza e ampiezza a regime del seguente oscillatore.



G ampl. tensione ideale

$R = 10\ k\Omega$

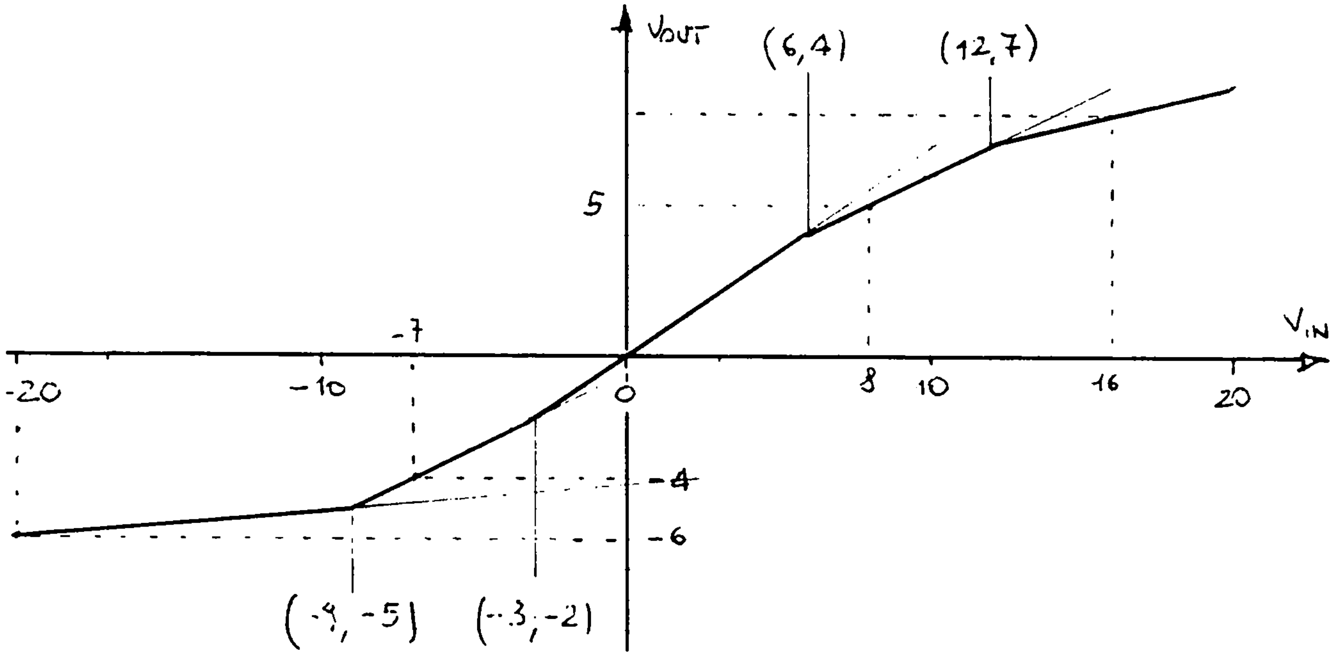
$L = 1\ mH$

$C = 1\ \mu F$

$$G = 10\left(\frac{V_{ueff}}{V_o} - 1\right)$$

$V_o = 3V$

① La funzione da realizzare è graficata di seguito:



Calcolo delle resistenze per le pendenze

$$\frac{R_o}{R+R_o} = \frac{2}{3} \; ; \quad \frac{1}{1+R/R_o} = \frac{2}{3} \; ; \quad \frac{R}{R_o} = \frac{1}{2} \; ; \quad R_o = 2R$$

$$\frac{R_o /\!/ R_{1N}}{R_o /\!/ R_{1N} + R} = \frac{1}{2} \; ; \quad \frac{1}{1+R/R_o + R/R_{1N}} = \frac{1}{2} \; ; \quad \frac{R}{R_{1N}} = \frac{1}{2} \; ; \quad R_{1N} = 2R$$

analoghe relazioni: $R_{1P} = 2R$

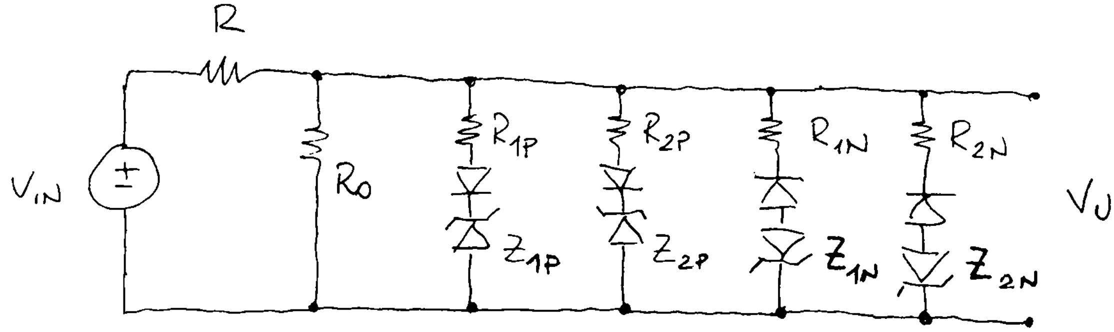
$$\frac{1}{1+R/R_o + R/R_{1N} + R/R_{2N}} = \frac{1}{11} \; ; \quad \frac{R}{R_{2N}} = 9 \; ; \quad R_{2N} = \frac{R}{9}$$

$$\frac{1}{1+R/R_o + R/R_{1P} + R/R_{2P}} = \frac{1}{4} \; ; \quad \frac{R}{R_{2P}} = 2 \; ; \quad R_{2P} = \frac{R}{2}$$

calcolo di R: la massima $|I|$ si ha per $V_{IN} = -20$

$$\Delta V_{MAX} = |-20+5| = 15V \; ; \quad R = \frac{\Delta V_{MAX}}{I_{MAX}} = \frac{15}{10m} = 1{,}5K\Omega$$

Schema proposto (5 rami, 1 per la pendenza nell'origine, 2 per le diverse pendenze nel 1° Quadrante e 2 per le pendenze nel 3° Quadrante)



Determino le coordinate y in cui cambiano le pendenze

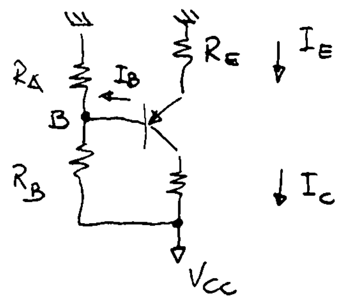
$\begin{cases} y+6 = 1/11\ (x+20) \\ y+4 = 1/2\ (x+7) \end{cases}$ $\begin{cases} 11y+66 = x+20 \\ 2y+8 = x+7 \end{cases}$ $9y = -45$; $Z_{1N} = 5V$

$\begin{cases} y+4 = 1/2\ (x+7) \\ y = 2/3\ x \end{cases}$ $\begin{cases} 2y+8 = x+7 \\ 3/2\ y = x \end{cases}$ $1/2\ y = -1$; $Z_{2N} = 2V$

$\begin{cases} y = 2/3\ x \\ y-5 = 1/2\ (x-8) \end{cases}$ $\begin{cases} 3/2\ y = x \\ 2y-10 = x-8 \end{cases}$ $1/2\ y = 2$; $Z_{1P} = 4V$

$\begin{cases} y-5 = 1/2\ (x-8) \\ y-8 = 1/4\ (x-16) \end{cases}$ $\begin{cases} 2y-10 = x-8 \\ 4y-32 = x-16 \end{cases}$ $2y = 14$; $Z_{2P} = 7V$

(2)



$V_{BB} = V_{CC} \frac{R_A}{R_A+R_B} = -4V$; $R_{eq} = R_A /\!/ R_B = 2.93 K\Omega$

maglia di ingresso

$V_{BB} + R_{eq} I_B = -R_E I_E - V_{EBon}$

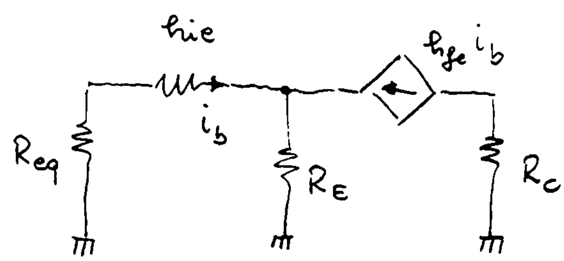
$I_B = \frac{-V_{BB} - V_{EBon}}{R_{eq} + R_E(h_{FE}+1)} = \frac{3,3}{224,0} = 14,7 \mu A$

$I_C = 2,946 \, mA$; $I_E = 2,961 \, mA$

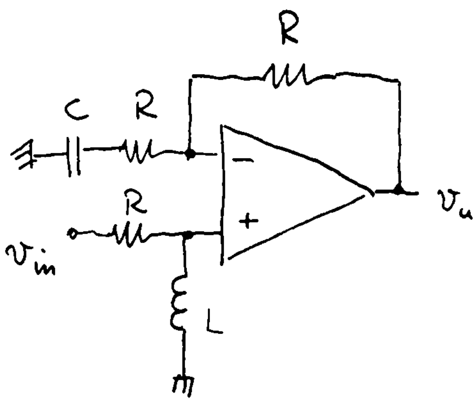
$V_{EC} = V_{CC} + R_E I_E + R_C I_C = 5,26 V$ ok zona att. diretta

$h_{ie} = r_{bb'} + \frac{V_T}{I_C} h_{fe} = 2,706 \, K\Omega$

Circuito per piccoli segnali



3



$$v_u = v_{in} \cdot \frac{Ls}{R+Ls} \cdot \left(1 + \frac{RCs}{RCs+1}\right) = \frac{(L/R)s}{1+(L/R)\cdot s} \cdot \frac{1+2RCs}{1+RCs}$$

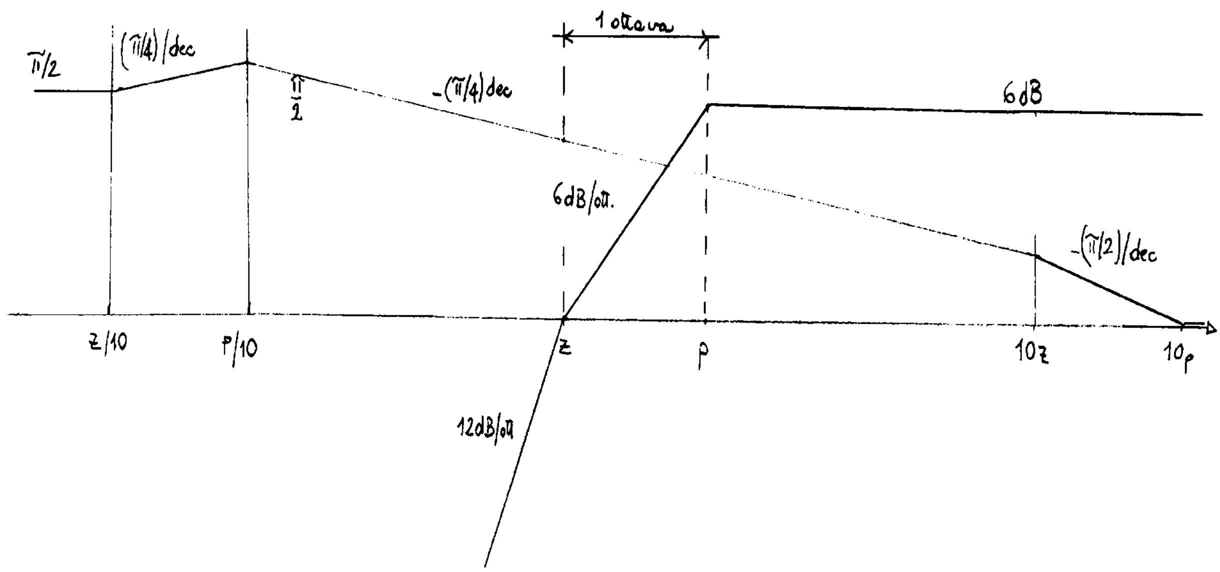
Quindi il sistema ha una risposta del tipo

$$A = A_\infty \cdot \frac{s\,(s+z)}{(s+p)^2} \qquad \text{con } A_\infty = 2$$

$z = 1/2RC$ ($f_z = 79{,}6$ Hz)

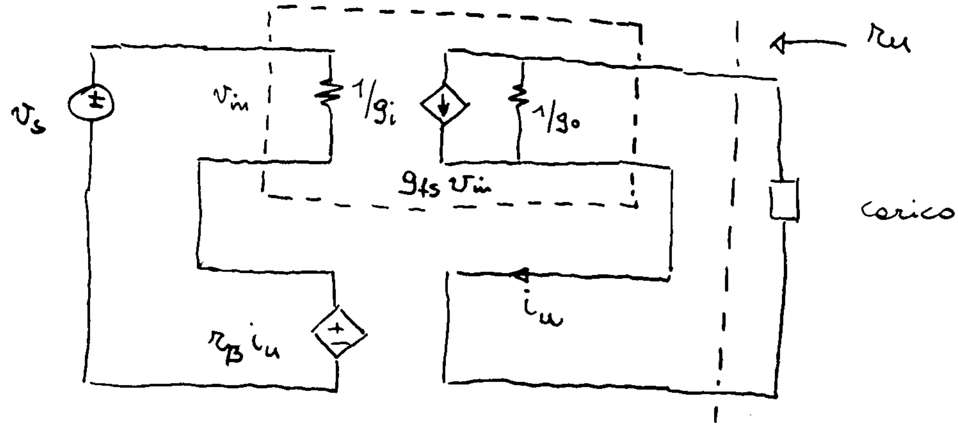
$p = 1/RC = R/L$ ($f_p = 159$ Hz)

il sistema è passa alto, quindi $f_H = \infty$



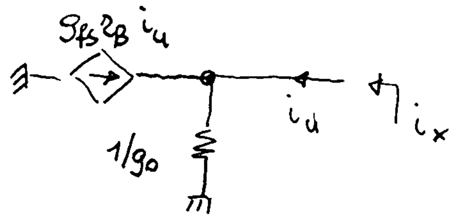
④

Transconduttivo



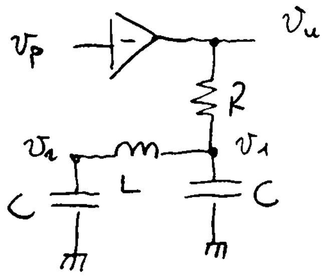
reazione negativa di corrente-serie presente con transresistivo ideale

$$r_u = \frac{1/g_o}{1 + g_{fs} r_B}$$



(5)

Taglio all'ingresso dell'amplificatore di tensione



Per le condizioni di Barkhausen devo trovare ω per cui v_2 e v_p sono in fase, quindi v_2 e v_u in opposizione di fase (l'amplificatore all'innesco è invertente)

Ma $v_2 = v_1 \cdot \frac{1}{1 - LC\omega^2}$

Quindi anche v_1 è in fase oppure in opposizione di fase rispetto a v_2, in funzione del valore di ω.

Perché questo avvenga, l'impedenza vista da v_1 verso massa deve essere ∞; in questo modo $v_u(j\omega_0) = v_1(j\omega_0)$ e sono in fase tra loro.

Quindi

$$j\omega C + \frac{1}{j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} = 0 \; ; \qquad j\omega C \left(1 + \frac{1}{1 - LC\omega^2}\right) = 0$$

$$2 - LC\omega^2 = 0 \; ; \qquad \omega_0 = \sqrt{\frac{2}{LC}} \qquad (f_0 = 7{,}12\,\text{KHz})$$

per $\omega = \omega_0$ si ha $v_2 = -v_1$, quindi $bA = 10$, innesca

A regime la condizione per ω_0 non cambia e sarà $G = \frac{1}{10} \cdot 10$ da cui

$$v_{u\,eff} = 1{,}1\, V_0 \qquad V_{uM} = \sqrt{2} \cdot 1{,}1\, V_0 = 4{,}67\,V$$