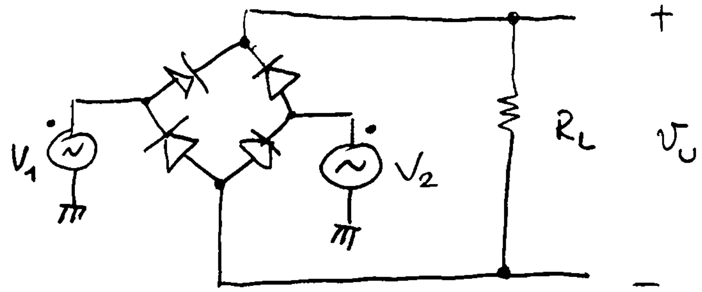
SCHEDA **A08_08**		Data: **17 Settembre 2008**
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

6 punti

Determinare tensione continua di uscita, frequenza dell'ondulazione e fattore di ondulazione del seguente raddrizzatore realizzato con diodi ideali. I generatori valgono $V_1 = 3V_M \,\mathrm{sen}(\omega t)$ e $V_2 = 4V_M \cos(\omega t)$ con $V_M = 5$ V, $\omega = 2\pi f$ e $f = 50$ Hz.

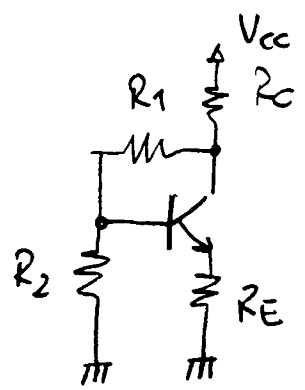


$R_L = 2\,\mathrm{k\Omega}$

ESERCIZIO N°2

6 punti

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



$V_{cc} = 12\,\mathrm{V}$

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

$R_E = 100\,\Omega$

$R_1 = 190\,\mathrm{k\Omega}$

$R_2 = 120\,\mathrm{k\Omega}$

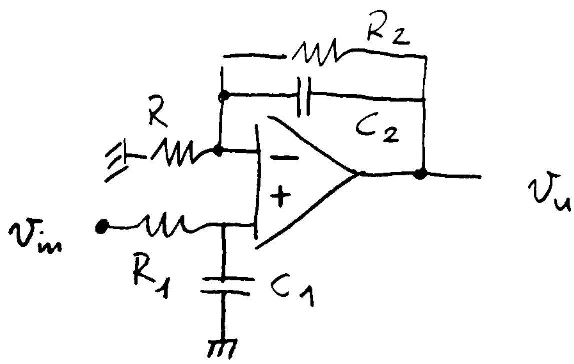
$h_{FE} = h_{fe} = 249$

$r_{bb'} = 200\,\Omega$

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.



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

$C_1 = 100\,\mathrm{nF}$

$R_2 = 100\,\mathrm{k\Omega}$

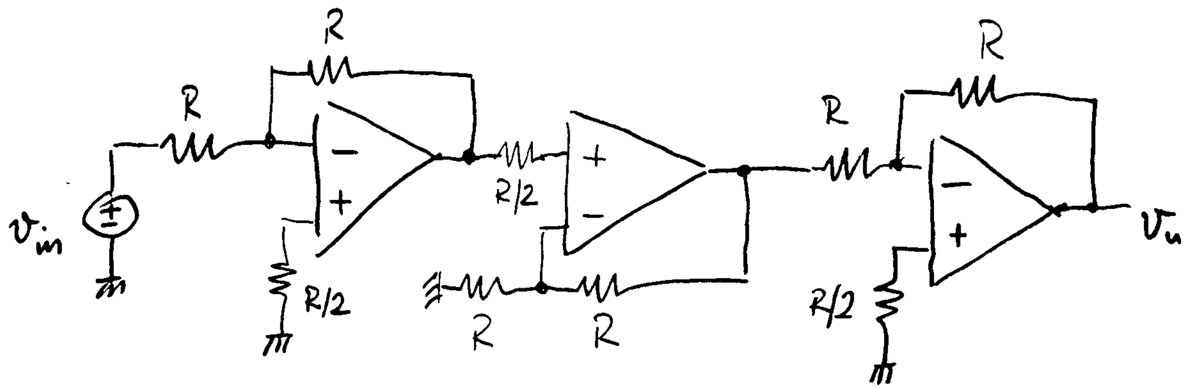
$C_2 = 10\,\mathrm{nF}$

$R = 1\,\mathrm{k\Omega}$

ESERCIZIO N°4

7 punti

Valutare il massimo sbilanciamento del circuito seguente. Gli operazionali, tutti simili, presentano una tensione di sbilanciamento $|V_{io}| < 3$ mV, corrente di polarizzazione $I_B = 20$ nA con sbilanciamento $|I_o| < 10$ nA.

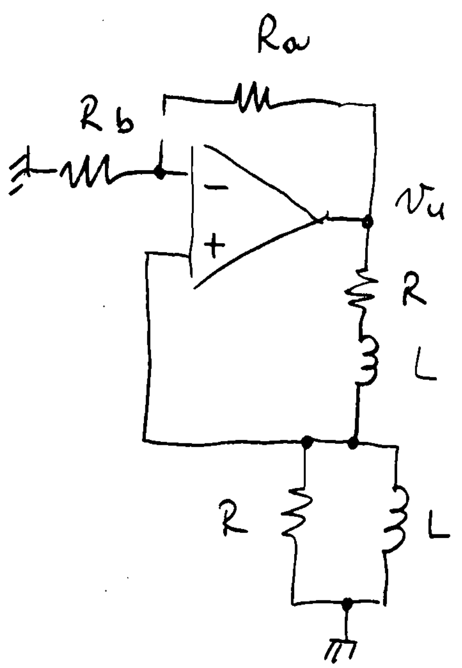


$R = 2M\Omega$

ESERCIZIO N°5

7 punti

Determinare frequenza e ampiezza a regime del seguente oscillatore.



Operaz. ideale

$R = 1\,k\Omega$

$L = 100\,\mu H$

$R_b = 3\,k\Omega$

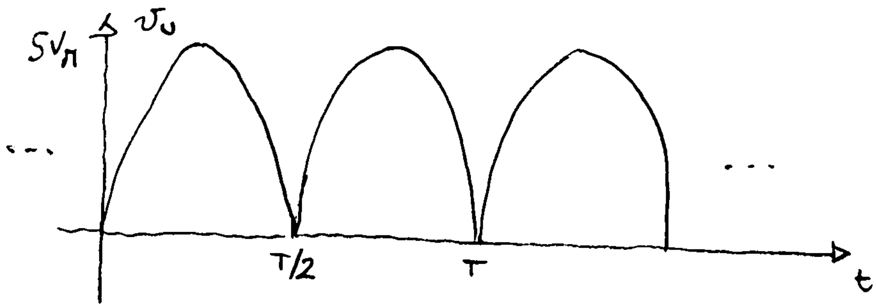
$R_a = R_0\left(1 - \frac{v_{uMAX}}{V_0}\right)$

$R_0 = 15\,k\Omega$

$V_0 = 3V$

(1) Il ponte fa in modo che sul carico si applicata la tensione $|V_1 - V_2|$.

La tensione $V_1 - V_2$ è sinusoidale, con ampiezza $5V_M$ (si ricava immediatamente con l'analisi fasoriale)

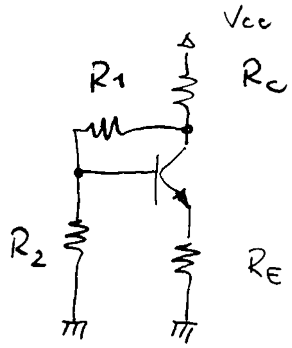


$V_{UDC} = \frac{2}{\pi} \cdot 5V_M = 15,9\ V$ $\qquad$ $V_{ueff} = \frac{5V_M}{\sqrt{2}} = 17,7\ V$

$R = \frac{\sqrt{V_{ueff}^2 - V_{DC}^2}}{V_{DC}} = 48\ \%$ (tipico del raddrizzatore a doppia semionda)

$f = 100\ Hz$ (doppia della frequenza di ingresso)

②



$$I_C = h_{FE}\, I_B$$

$$I_E = (h_{FE}+1)\, I_B$$

$$R_2 I_{R2} = V_{BE} + R_E I_E$$

$$V_{CC} = R_C\,(I_{R2}+I_E) + R_1\,(I_{R2}+I_B) + R_2 I_{R2}$$

$$V_{CC} = I_{R2}\,(R_C+R_1+R_2) + I_B\,[R_C\,(h_{FE}+1)+R_1]$$

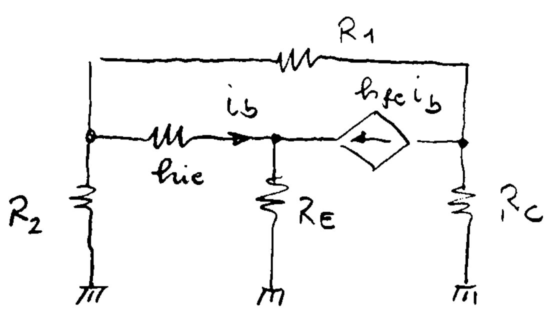
$$I_B = \frac{V_{CC} - \frac{V_{BE}}{R_2}\,(R_C+R_1+R_2)}{\frac{R_E}{R_2}\,(h_{FE}+1)(R_C+R_1+R_2) + R_C\,(h_{FE}+1)+R_1} = 20{,}18\ \mu A$$

$I_C = 5{,}024\ mA$; $I_E = 5{,}045\ mA$; $I_{R2} = 10{,}04\ \mu A$ (dalla 3ª eq.)

$V_{CE} = V_{CC} - R_E I_E - R_C\,(I_{R2}+I_E) = 6{,}44\ V$ (ok zona att. dir).

$h_{ie} = r_{bb'} + \frac{V_T}{I_C} \cdot h_{fe} = 1489\ \Omega$ (con $V_T = 26\ mV$)

Circuito per piccoli segnali



③ Analisi in frequenza

$$\frac{v_u}{v_{in}} = \frac{1}{R_1C_1s+1}\left(1+\frac{R_2}{R_1}\cdot\frac{1}{R_2C_2s+1}\right) =$$

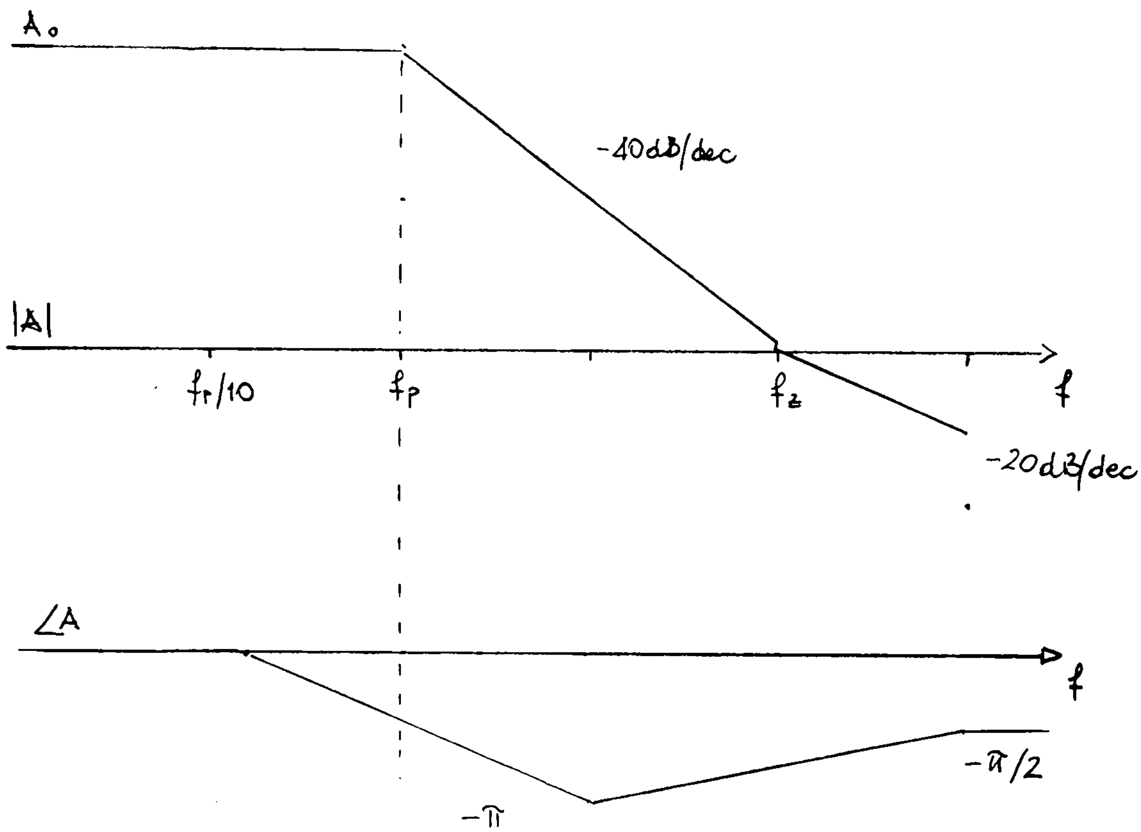
$$= A_0 \cdot \frac{s/z+1}{(s/p+1)^2}$$ uno zero e due poli coincidenti

con $A_0 = 101$ (40,1 dB)

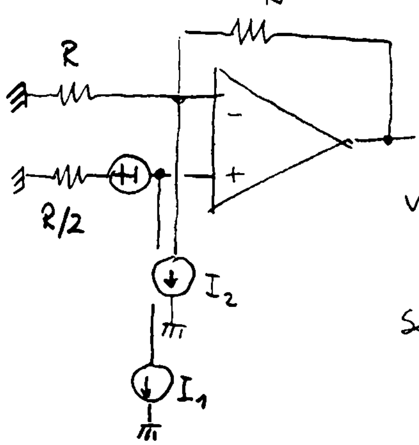
$p = 1$ Krad/s ($f_p = 159$ Hz)

$z = \frac{A_0}{R_2C_2} = 101$ Krad/s ($f_z = 16,07$ KHz)

equazione per f_H $\qquad \frac{1+f^2/f_z^2}{(1+f^2/f_p^2)^2} = \frac{1}{2}$ $\qquad (f_H \cong 0,64\, f_p)$



④ Dal punto di vista dello sbilanciamento, i tre stadi sono equivalenti



$$V_0 = -2V_{i0} - 2 I_1 \frac{R}{2} + R I_2$$

Sostituisco $\begin{cases} I_1 = I_B + I_0/2 \\ I_2 = I_B - I_0/2 \end{cases}$

$$V_0 = -2V_{i0} - R I_0$$

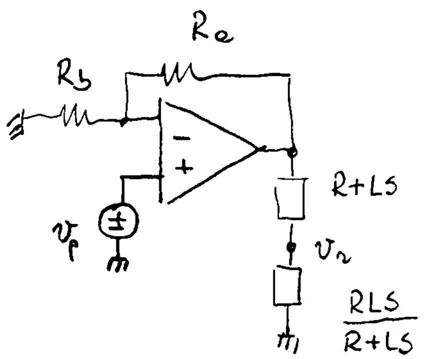
valori estremi $\pm 26\,mV$ $|V_0| < 26\,mV$

Sistema completo

$V_{U0} = V_{03} - V_{02} - 2V_{01}$ casi peggiori $V_{U0} = \pm 104\,mV$

assumendo V_{02} e V_{01} concordi tra loro e discordi rispetto a V_{03}

⑤ Calcolo del bA



$$bA = \left(1 + \frac{R_a}{R_b}\right) \frac{RLS}{RLS + (R+LS)^2} =$$

$$= G \frac{RLS}{R^2 + 3RLS + (LS)^2}$$

Condizioni di Barkhausen all'innesco

$\angle bA = 0$ $\quad R^2 - \omega^2 L^2 = 0 \quad \omega_0 = \frac{R}{L} = 10\ \text{Mrad/s} \quad f_0 = 1{,}59\ \text{MHz}$

$|bA|_{\omega=\omega_0} = \frac{G}{3} = 2$ (con $v_{u MAX} = 0$) ok

Condizioni a regime (varia R_a)

$\angle bA = 0$ poiché R_a non ha effetto sulla fase la frequenza di oscillazione a regime coincide con f_0

$|bA| = 1$ $\quad \left(1 + \frac{R_a'}{R_b}\right) \cdot \frac{1}{3} = 1 \quad R_a' = 2R_b$

$$1 - \frac{v_{u MAX}}{V_0} = \frac{6}{15} \qquad v_{u MAX} = \frac{3}{5} V_0 = 1{,}8\ V$$