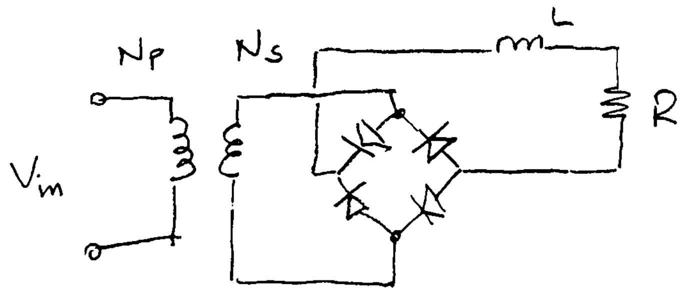
SCHEDA A08_07		Data: **16 Luglio 2008**
Cognome	Nome	Matricola

ESERCIZIO N°1

6 punti

Nel seguente raddrizzatore a doppia semionda a filtro induttivo, alimentato con tensione di rete ($V_{eff} = 230$ V, $f = 50$ Hz) determinare L in modo che la prima armonica del ripple sia attenuata sul carico R_L di un fattore 10. Trasformatore e diodi sono ideali.



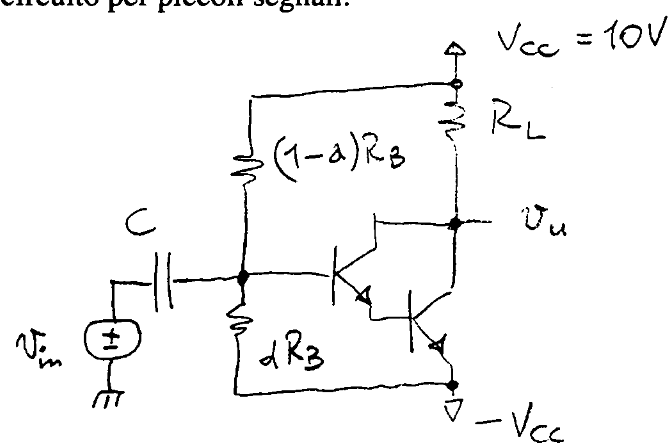
$R = 1\,K\Omega$

$\frac{N_p}{N_s} = 23$

ESERCIZIO N°2

7 punti

Determinare il valore di α nel seguente circuito in modo che la tensione di uscita a riposo del seguente circuito sia nulla. Dopo aver trovato i parametri dei modelli semplificati dei transistori, disegnare il circuito per piccoli segnali.



$R_L = 1\,K\Omega$

$C = 1\,\mu F$

$R_B = 1\,M\Omega$

$h_{FE1} = h_{FE2} = 100$

$r_{bb'1} = r_{bb'2} = 200\,\Omega$

$h_{fe1} = h_{fe2} = 100$

ESERCIZIO N°3

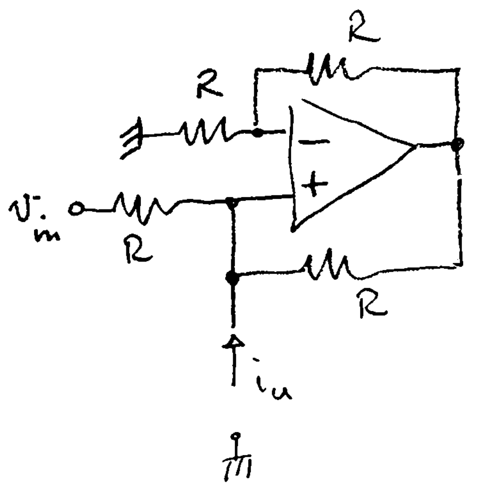
6 punti

Determinare la risposta in frequenza del circuito dell'esercizio precedente e tracciarne i diagrammi asintotici di Bode. Per questo esercizio si assuma $h_{ie1} = h_{ie2} = 2$ kΩ e $\alpha = 1/2$.

ESERCIZIO N°4

6 punti

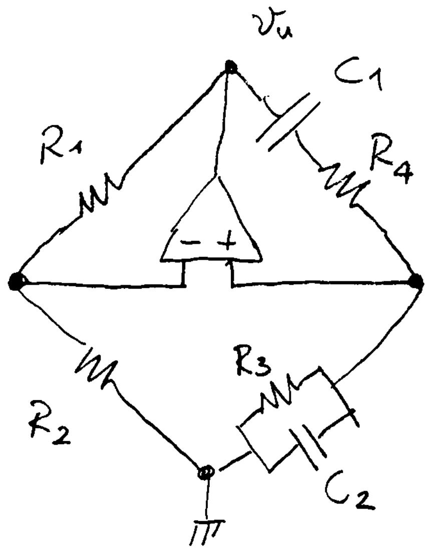
Determinare i parametri *g* del seguente amplificatore transconduttivo. L'amplificatore operazionale, per gli altri aspetti ideali, presenta un guadagno ad anello aperto $A_V = 38$. $R = 1\ \text{k}\Omega$.



ESERCIZIO N°5

7 punti

Determinare frequenza e ampiezza a regime del seguente oscillatore.



$R_1 = 10\ \text{k}\Omega$

$R_2 = R_0\left(1 + \frac{V_U}{V_0}\right)$

$R_0 = 1\ \text{K}\Omega$

$V_0 = 1\ \text{V}$

V_U ampiezza dell'uscita

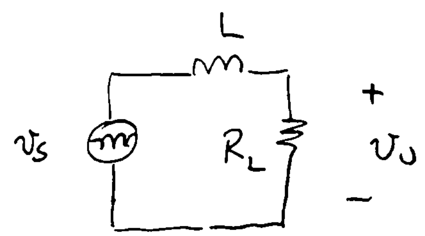
$R_3 = 1\ \text{k}\Omega$

$R_4 = 2\ \text{k}\Omega$

$C_1 = 100\ \text{nF}$

$C_2 = 200\ \text{nF}$

(1) Nel raddrizzatore a doppia semionda con filtro induttivo, almeno una coppia di diodi è sempre in conduzione.
Per l'uscita si può usare il seguente modello



$$v_S = V_{in}\sqrt{2}\,\left|\mathrm{sen}\,2\pi f t\right|$$ periodica con frequenza 100Hz

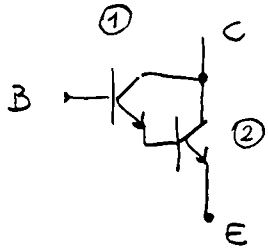
L'ampiezza della prima armonica, a 100Hz, sarà attenuata

$$\frac{V_{U1}}{V_{S1}} = \frac{R_L}{\sqrt{R_L^2 + \omega_1^2 L^2}} = \frac{1}{10} \qquad \text{con} \quad \omega_1 = 2\pi f$$

da cui

$$L = \sqrt{99\,\frac{R_L^2}{\omega_1^2}} = 31{,}7\ H$$

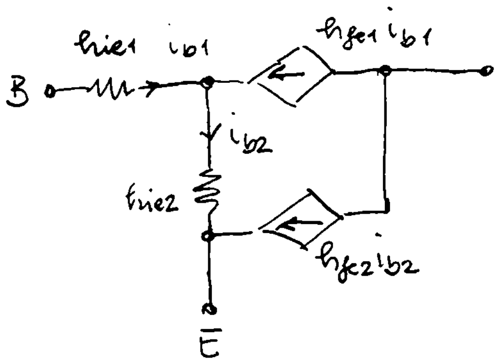
② Conviene preliminarmente esaminare le caratteristiche statiche e il modello per piccoli segnali della coppia Darlington, che equivale a un unico transistore



$$V^*_{BEon} = 2V_{BEon} = 1{,}4\ V$$

$$V^*_{CEsat} = V_{CEsat1} + V_{BEon2} = 0{,}8V$$

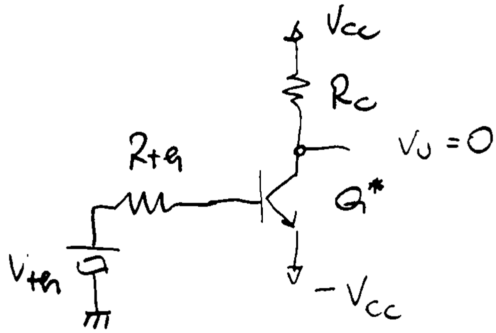
$$h^*_{FE} = (h_{FE1}+1)(h_{FE2}+1) - 1 = 10200$$



$$h^*_{fe} = (h_{fe1}+1)(h_{fe2}+1) - 1$$

$$h^*_{ie} = h_{ie1} + h_{ie2}\,(h_{fe1}+1)$$

Quindi, applicando il teorema di Thevenin, si ha



$$R_{th} = R_B\,\alpha(1-\alpha)$$

$$V_{th} = -V_{cc} + 2V_{cc}\,\alpha = V_{cc}\,(2\alpha-1)$$

NOTA: Q^* è in zona attiva diretta, essendo $V_{CE} = V_{cc}$

$$I_C = \frac{V_{cc}}{R_c} = 10\,mA \ ; \qquad I_B = \frac{I_C}{h^*_{FE}} = 0{,}98\ \mu A$$

$$V_{th} - R_{th} I_B - V^*_{BEon} = -V_{cc}$$

$$V_{cc}(2\alpha-1) - R_B I_B\,\alpha(1-\alpha) + V_{cc} - V^*_{BEon} = 0$$

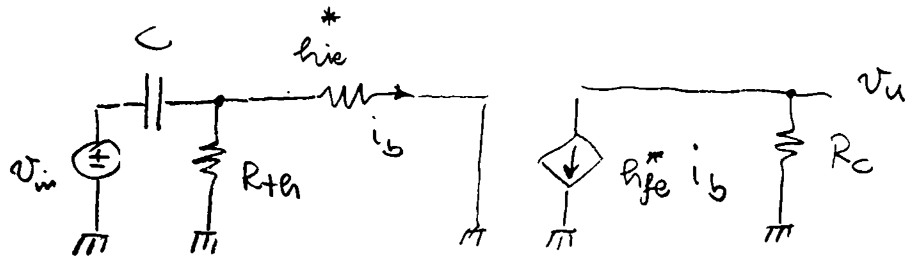
$$\alpha^2\,0{,}98 + \alpha\,19{,}02 - 1{,}4 = 0 \qquad \text{con} \qquad 0<\alpha<1$$

$$\alpha = \frac{-19.02 + \sqrt{19.02^2 + 4\cdot 1{,}4\cdot 0{,}98}}{2\cdot 0{,}98} = 0{,}0733$$

$$h_{ie1} = r_{bb'} + h_{fe1} \frac{V_T}{h_{FE1}\, I_B^*} = 26,72\ k\Omega$$

$$h_{ie2} = r_{bb'} + h_{fe2} \frac{V_T}{(h_{FE1}+1)\, h_{FE2}\, I_B^*} = 462,6\ \Omega$$

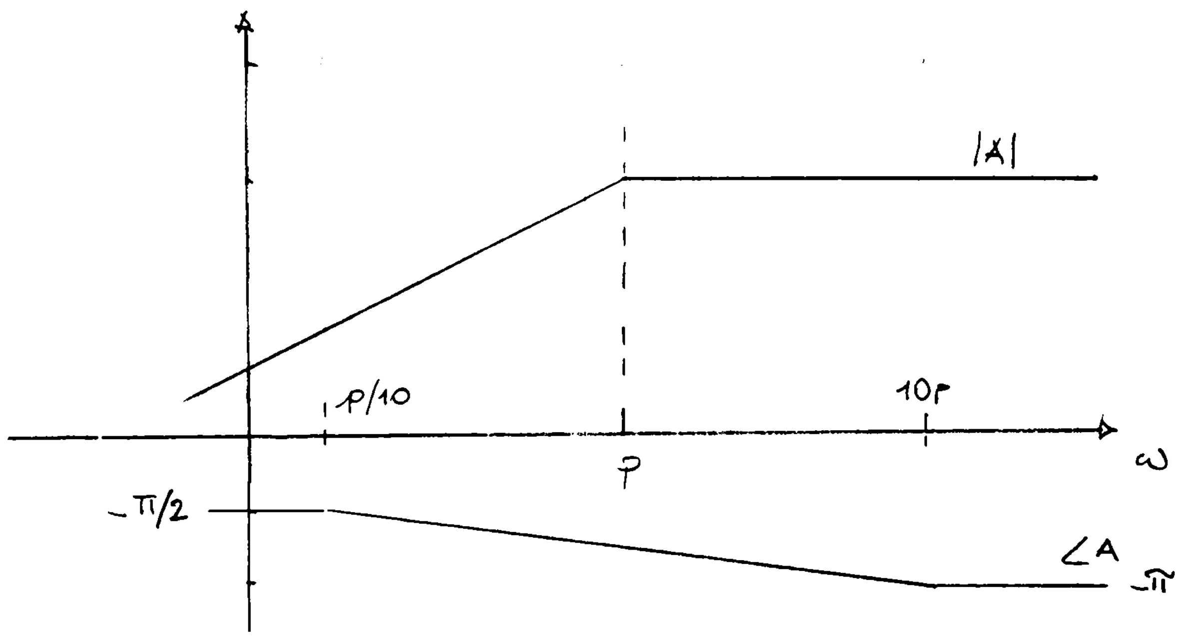
Circuito per piccoli segnali



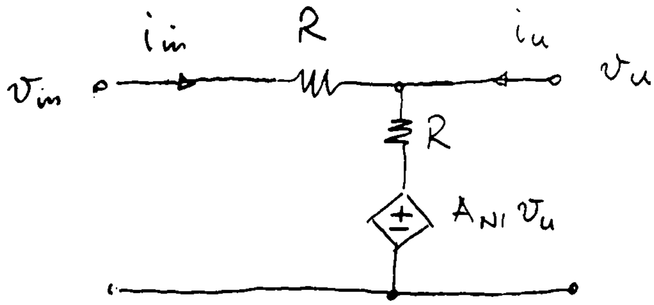
(3) circuito con 1 polo e 1 zero nell'origine secondo le indicazioni del testo $R_{th} = 250\ k\Omega$ e $h_{ie}^* = 204\ k\Omega$; $h_{fe}^* = 10200$

$$A = -A_{CB} \frac{s}{s+p} \qquad \text{con} \qquad A_{CB} = \frac{R_C\, h_{fe}^*}{h_{ie}^*} = 50 \quad (34\ dB)$$

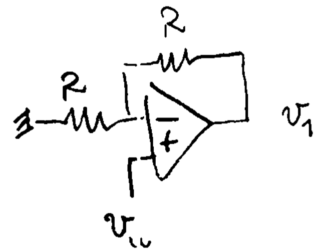
$$p = \frac{1}{C(R_{th} // h_{ie}^*)} = 8,9\ rad/s \quad (1,42\ Hz)$$



(4) circuito equivalente



A_{NI} è l'amplificazione del NON INVERTENTE



modello del transconduttivo

$$\begin{cases} i_u = g_f v_{in} + g_o v_u \\ i_{in} = g_i v_{in} + g_r v_u \end{cases}$$

$$v_1 = A(v_u - v_1/2)$$

$$v_1 = v_u \frac{A}{1+A/2}$$

$$A_{NI} = \frac{A}{1+A/2} = 1,9$$

equazioni del circuito

$$\begin{cases} i_u = \dfrac{v_u - v_{in}}{R} - \dfrac{(A_{NI}-1) v_u}{R} = -\dfrac{v_{in}}{R} + \dfrac{v_u}{R}(2 - A_{NI}) \\ i_{in} = \dfrac{v_{in} - v_u}{R} \end{cases}$$

da cui

$$g_f = -\frac{1}{R} = -1\,mS; \qquad g_o = \frac{2 - A_{NI}}{R} = 0,1\,mS$$

$$g_i = \frac{1}{R} = 1\,mS; \qquad g_r = -\frac{1}{R} = -1\,mS$$

(5)

Si tratta di un oscillatore a ponte di Wien.
Rispetto a un taglio all'ingresso dell'ampl. non invertente si ha:

$$bA = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \cdot \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

ove $Z_1 = R_4 + \frac{1}{C_1 s}$; $Z_2 = \frac{R_3}{R_3 C_2 s + 1}$

$$bA = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \cdot \frac{R_3 C_1 s}{(R_4 C_1 s + 1)(R_3 C_2 s + 1) + R_3 C_1 s}$$

$$bA(j\omega) = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \cdot \frac{j\omega R_3 C_1}{(1 - \omega^2 R_3 R_4 C_1 C_2) + j\omega (R_4 C_1 + R_3 C_2 + R_3 C_1)}$$

$\angle bA = 0$ per $\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{R_3 R_4 C_1 C_2}} = 5\,k\,rad/s$ (796 Hz)

non dipende dall'ampiezza dell'oscillaz. quindi questa è anche la fre

$$|bA|_{\omega=\omega_0} = \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \frac{R_3 C_1}{R_4 C_1 + R_3 C_2 + R_3 C_1} = 2,2 \quad \text{all'innesco}$$

a regime dovrà essere $R_2 = 2,5\,k\Omega$ per cui $V_u = 1,5V$
in modo che $|bA|_{\omega=\omega_0} = 1$