SCHEDA **A12_03**

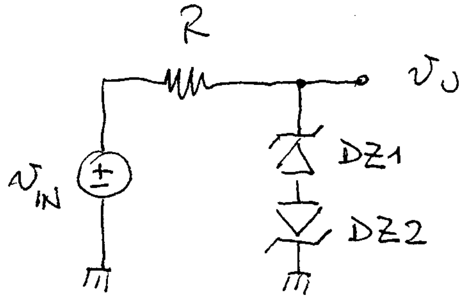
Data: **15 Febbraio 2012**

Cognome   Nome   Matricola

ESERCIZIO N°1

7 punti (4)

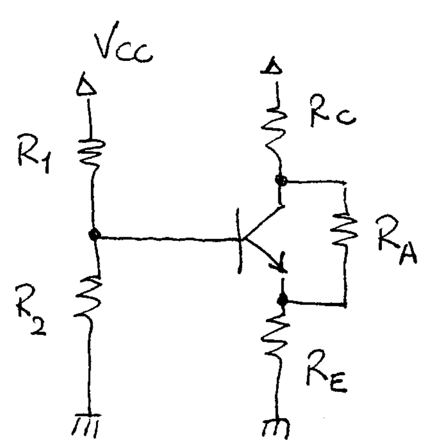
In ingresso al tagliatore rappresentato nello schema seguente viene posta un'onda triangolare simmetrica di ampiezza 10 V. Determinare la potenza media dissipata nei due diodi zener (VZ1 = 4,3 V; VF1 = 0,7 V; VZ2 = 5.3 V; VF2 = 0,7 V; resistenze differenziali degli zener nulle; R = 1 kΩ.



ESERCIZIO N°2

6 punti (4)

Determinare il punto di riposo del circuito seguente.



$h_{fe} = h_{FE} = 100$

$V_{CC} = 20V$

$R_1 = 16k\Omega$

$R_2 = 4k\Omega$

$R_E = 400\Omega$

$R_C = 600\Omega$

$R_A = 5200\Omega$

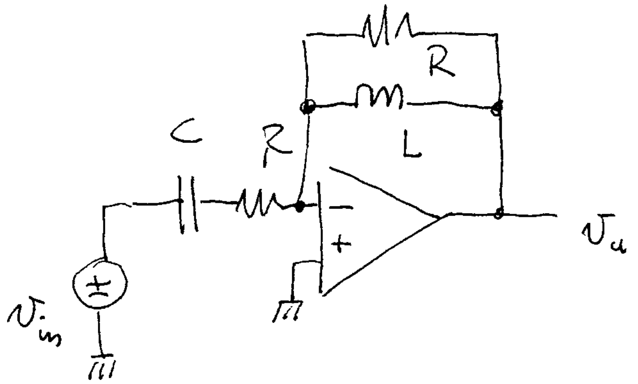
Disegnare, dopo aver trovato hie, il circuito per piccoli segnali

$r_{bb'} = 100\Omega$

ESERCIZIO N°3

6 punti (4)

Determinare la risposta in frequenza e tracciarne i diagrammi asintotici di Bode del circuito seguente.



$R = 1\,k\Omega$

$L = 1\,mH$

$C = 1\,\mu F$

Op. Amp. ideale

ESERCIZIO N°4

7 punti (4)

Sia dato un amplificatore di corrente unidirezionale in cui $h_f = 100$, $h_i = 100\,\Omega$, $h_o = 0{,}01$ S. Reazionare il sistema con un amplificatore ideale di tipo opportuno in modo che il nuovo valore del guadagno in corrente sia $h_f = 1$. Determinare quindi il nuovo valore di h_i e h_o.

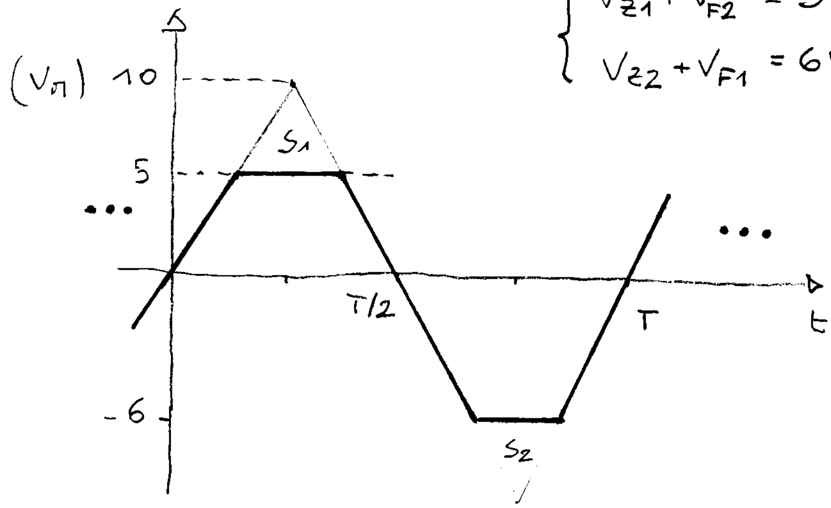
ESERCIZIO N°5

7 punti (5)

Progettare un sistema passa alto con guadagno 26 dB e poli complessi coniugati di ampiezza 1 krad/s e fase $\pm 2\pi/3$.

(1) Tensione di uscita (tra $+V_1$ e $-V_2$)

$$\begin{cases} V_{Z1} + V_{F2} = 5V & (V_1) \\ V_{Z2} + V_{F1} = 6V & (V_2) \end{cases}$$



Potenza media dissipata da D_{Z1} e D_{Z2}

$$P_1 = \frac{1}{T}\int_0^T v_{Z1} \cdot i_{Z1}\, dt = \frac{1}{TR}\left(V_{Z1} S_1 + V_{F1} S_2 \right)$$

$$P_2 = \frac{1}{T}\int_0^T v_{Z2}\, i_{Z2}\, dt = \frac{1}{TR}\left(V_{F2} S_1 + V_{Z2} S_2 \right)$$

Ma $\frac{S_1}{T} = \frac{V_M}{4} \cdot \left(\frac{V_M - V_1}{V_M} \right)^2 = 0{,}625$

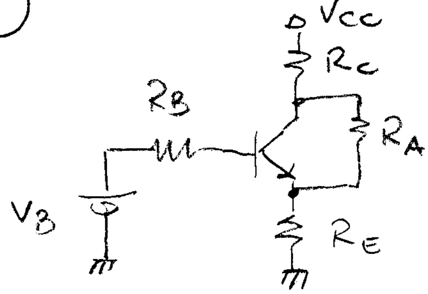
$\frac{S_2}{T} = \frac{V_M}{4} \left(\frac{V_M - V_2}{V_M} \right)^2 = 0{,}4$

Quindi

$P_1 = 2{,}968$ mW

$P_2 = 2{,}558$ mW

(2)



Applico il teorema di Thevenin

$R_B = R_1 // R_2 = 3{,}2\,k\Omega$

$V_B = V_{CC} \dfrac{R_2}{R_1+R_2} = 4V$

Equazioni del circuito (uso V_E come incognita)

$I_B = \dfrac{V_B - V_{BEon} - V_E}{R_B}$; $I_C = h_{FE} I_B$; $I_E = (h_{FE}+1) I_B$

$I_{RE} = \dfrac{V_E}{R_E}$; $I_{RA} = I_{RE} - I_E$; $I_{RC} = I_C + I_{RA}$

$$V_{CC} = R_C I_{RC} + R_A I_{RA} + V_E =$$

$$= R_C I_C + R_C \frac{V_E}{R_E} - R_C I_E + R_A \frac{V_E}{R_E} - R_A I_E + V_E =$$

$$= V_E \left(\frac{R_C}{R_E} + \frac{R_A}{R_E} + 1 \right) - I_B \left[R_C + (h_{FE}+1) R_A \right] =$$

$$= V_E \left[\frac{R_C}{R_E} + \frac{R_A}{R_E} + 1 + \frac{R_C}{R_B} + (h_{FE}+1)\frac{R_A}{R_B} \right] - \frac{V_B - V_{BEon}}{R_B} \left[R_C + (h_{FE}+1) R_A \right]$$

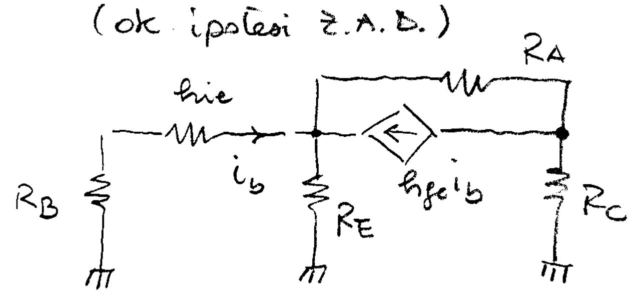
da cui

$$V_E = \frac{V_{CC} + \dfrac{V_B - V_{BEon}}{R_B} \left[R_C + (h_{FE}+1) R_A \right]}{1 + \dfrac{R_C + R_A}{R_E} + \dfrac{R_C + R_A (h_{FE}+1)}{R_B}} = 3{,}127\,V$$

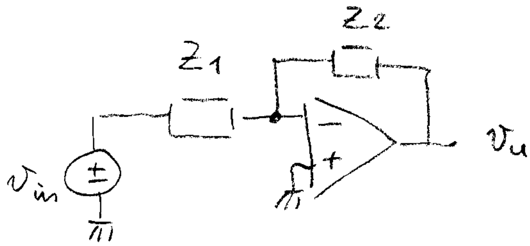
$I_B = 54{,}14\,\mu A$; $I_C = 5{,}414\,mA$; $I_E = 5{,}468\,mA$

$V_{CE} = R_A \cdot I_{RA} = 12{,}22\,V$ (ok ipotesi Z.A.D.)

$h_{ie} = r_{bb'} + \dfrac{V_T}{I_C} h_{fe} = 580{,}3\,\Omega$



(3)



Amplif. in configurazione invertente

$$Z_1 = \frac{RCs+1}{Cs}$$

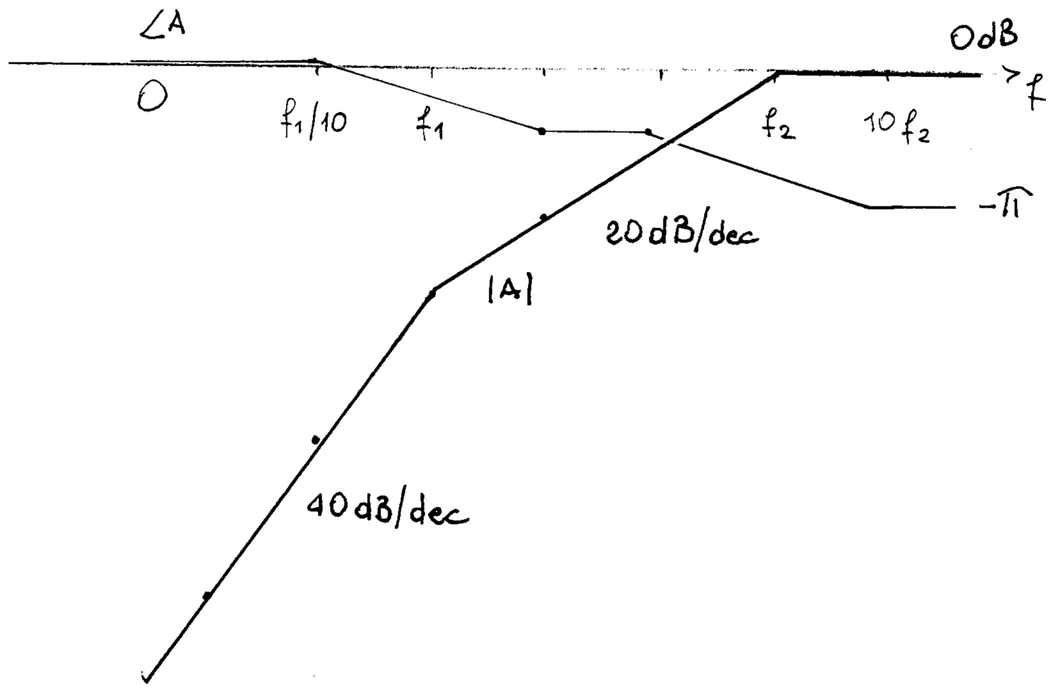
$$Z_2 = \frac{Ls}{\frac{L}{R}s+1}$$

$$\frac{v_u}{v_{in}} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -\frac{LCs^2}{(RCs+1)\left(\frac{L}{R}s+1\right)}$$

$$A = -\frac{s^2}{(s+p_1)(s+p_2)}$$

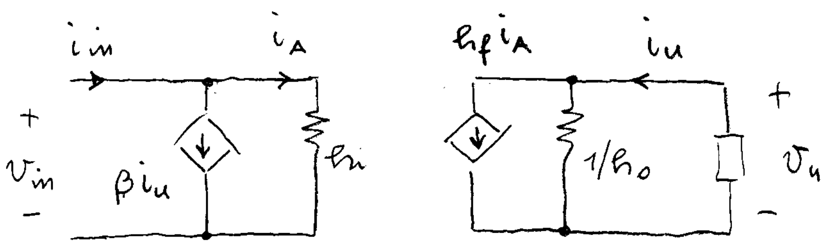
$$p_1 = \frac{1}{RC} = 1\,\text{krad/s} \quad (159\,\text{Hz})$$

$$p_2 = \frac{R}{L} = 1\,\text{Mrad/s} \quad (159\,\text{kHz})$$



④

Per ottenere quanto richiesto, occorre applicare all'amplificatore di corrente una reazione negativa di corrente parallela.



Con $v_u = 0$ (carico in corto) si avrà

$$i_u = h_f' \, i_{in} = h_f \, (i_{in} - \beta i_u) \quad \text{da cui}$$

$$i_u = \frac{h_f}{1+\beta h_f} \, i_{in} \quad ; \quad h_f' = \frac{h_f}{1+\beta h_f} = 1$$

$$\beta = 1 - 1/h_f = 0{,}99$$

Determinato β, si ha, sempre con $v_u = \phi$

$$h_i' = \frac{v_{in}}{i_{in}} = \frac{h_i(i_{in} - \beta i_u)}{i_{in}} = h_i \cdot (1 - \beta h_f') = \frac{h_i}{1+\beta h_f}$$

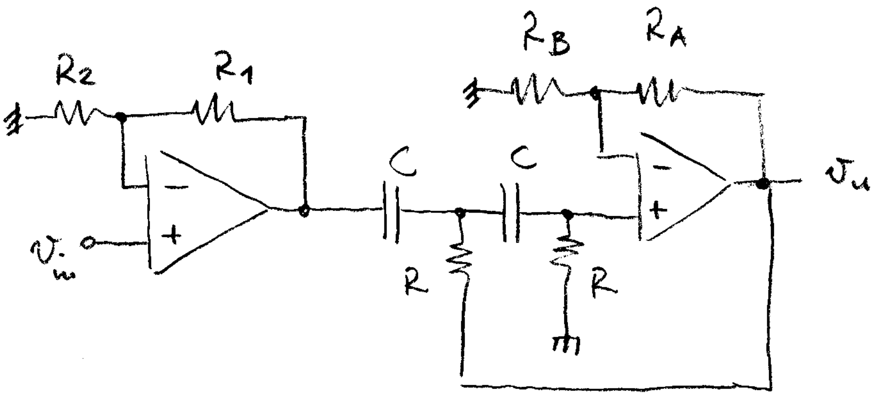
Inoltre, con $i_{in} = \phi$, sarà

$$h_o' = \frac{i_u}{v_u} = \frac{h_o v_u - \beta h_f i_u}{v_u} = \frac{h_o}{1+\beta h_f}$$

(come da teoria)

(5)

Serve una cella di Sallen-Key passa ALTO con uno stadio che faccia da buffer e inoltre amplifichi quanto richiesto



Poli

$\omega_A = 1 \,\text{krad/s}$

$\omega_A \, e^{\pm 2\pi/3}$

Risposta in frequenza:

$$A = G_1 G_2 \frac{s^2}{s^2 + (3 - G_2) s\omega_0 + \omega_0^2}$$

(dalla teoria)

con $G_1 = 1 + \frac{R_1}{R_2}$; $G_2 = 1 + \frac{R_A}{R_B}$; $\omega_0 = \frac{1}{RC}$

Deve essere

$\omega_0 = \omega_A$

$(3 - G_2)\omega_0 = -2\cos\left(\frac{2\pi}{3}\right)\omega_0$ da cui $G_2 = 2$

Quindi, scegliendo valori "ragionevoli":

$R_A = R_B = 10 \,k\Omega$ (26 dB ≃ 20)

$R_1 = 9 R_2$ $R_1 = 1k\Omega$; $R_2 = 9\,k\Omega$

$C = 100\,mF$ $R = 10\,k\Omega$