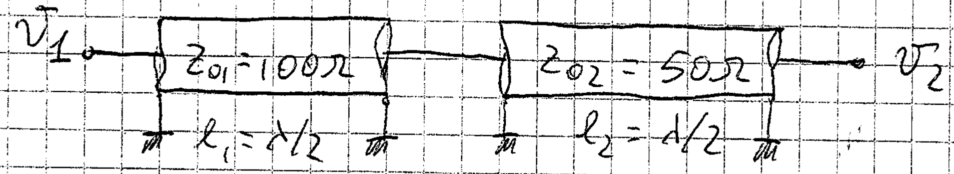
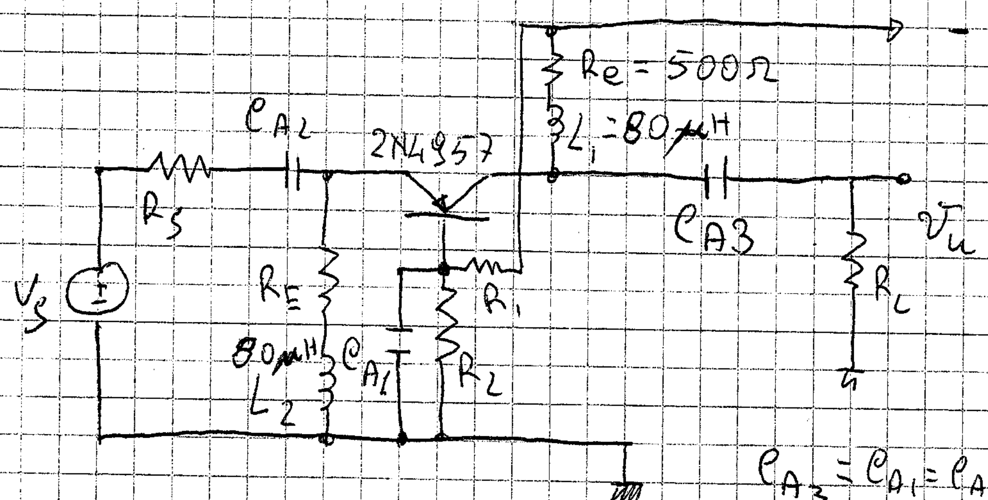
Elettronica delle Telecomunicazioni

05/09/95

A] Calcolare il parametro S_{12} del quadripolo in figura.



B] Con riferimento all'amplificatore in figura, valutare la corrente di uscita; progettare, quindi, i quadripoli di adattamento di ingresso e di uscita in modo da massimizzare la corrente di uscita. Calcolare, infine, tale corrente.



$R_1 = 10.3\,K\Omega$
$R_2 = 1.7\,K\Omega$
$R_E = 500\Omega$
$R_L = 50\Omega$
$R_S = 50\Omega$
$V_{SM} = 1\,mV$
$C_{A3} = C_{A1} = C_{A2} = 20\,nF$

$v_S = v_{SM} \cos \omega_0 t \qquad \omega_0 = 2\pi f_0 \qquad f_0 = 80\,MHz$

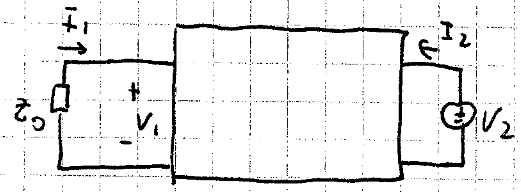
9/9/99

A] Per uno spezzone di linea lungo $\frac{\lambda}{2} \Rightarrow \beta l = \pi$.
Pertanto la tensione in ingresso e quella in uscita sono in controfase, indipendentemente dal carico e dall'impedenza caratteristica della linea.

$$V(l) = V^+ e^{j\beta l} + V^- e^{-j\beta l}$$

$$V\left(\frac{\lambda}{2}\right) = -(V^+ + V^-) = -V(0) = V^+ + V^-$$

Per il calcolo di $S_{12} = \frac{b_1}{a_2}\Big|_{a_1=0}$ si chiude la prima linea su impedenza Z_0



Per quanto detto nella premessa

$$V_1 = -V_2$$

Inoltre

$$b_1 = \frac{1}{\sqrt{Z_0}}\left(V_1 - I_1 Z_0\right) = \frac{2V_1}{\sqrt{Z_0}}$$

$$a_2 = \frac{1}{\sqrt{Z_0}}\left(V_2 + I_2 Z_0\right) = 2V_2$$ poichè l'impedenza vista da V_2 e' pari a Z_0 (come si calcola rapidamente tenendo conto del fatto che $\beta l = \pi$).

Pertanto

$$S_{12} = \frac{b_1}{a_2} = 1$$

UNIVERSITA' DI PISA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELLA INFORMAZIONE:
ELETTRONICA, INFORMATICA, TELECOMUNICAZIONI
56126 PISA Via Diotisalvi, 2

9/9/99

B)

Calcolo del punto di riposo:

$$v_B = V_{ee} \cdot \frac{R_2}{R_1+R_2} = -1.7\,V$$

$$V_E = -1\,V$$

$$I_e = \frac{V_E}{R_E} = 2\,mA$$

Il partitore risulta pesante infatti

$$I_{BQ} \simeq 40\,\mu A$$

$$R_{BB} = R_1 \| R_2$$

$$R_{BB} I_{BQ} = 58\,mV \ll V_B$$

$$V_{e_E} = V_{ee} + (R_e + R_E)\, I_e = -12+2 = -10\,V$$

Poiché le capacità C_{A1}, C_{A2}, C_{A3} presentano una reattanza molto piccola ($\simeq 0.08\,\Omega$) si considerano dei c.c.

Si ottiene pertanto un amplificatore a base comune.

Dalle caratteristiche si ottiene

$$y_{IB} = 56 - j\,8\ mS$$

$$y_{FB} = -56 + j\,8\ mS$$

$$y_{RB} = -0.1\,j\ mS$$

$$y_{OB} = 0.07 + j\,0.7\ mS$$

Le induttanze L_1 ed L_2 presentano una reattanza pari a $28\,K\Omega$ pertanto possono essere considerate dei circuiti aperti per le RF.

Calcolo di G_T 9/9/99

$$G_T = \frac{4 G_{SV} G_{LV} |Y_F|^2}{|(Y_{SV}+Y_I)(Y_{LV}+Y_O) - Y_R Y_F|^2}$$

$Y_{SV} = Y_{LV} = 20 \text{ mS}$

$|Y_F| = 56.5 \text{ mS}$

$Y_R Y_F = 0.8 + 5.6 j \text{ mS}$

$Y_{SV} + Y_I = 76 - j 8 \text{ mS}$

$Y_{LV} + Y_O = 20.07 + j 0.7 \text{ mS}$

$$G_T = \frac{5.1 \cdot 10^6}{2.35 \cdot 10^6} = 2.17$$

* vedi pag. 3

Si calcola il fattore di Linvill per verificare se il quadripolo è incondizionatamente stabile

$$C = \frac{|Y_R Y_F|}{2 g_i g_o - RE\{Y_R Y_F\}} = 0.8 < 1$$

Il transistore a base comune risulta incondizionatamente stabile. Si ottiene quindi il massimo guadagno scegliendo opportunamente le terminazioni di ingresso e di uscita. Si ottiene:

$$G_{SVOPT} = \frac{\sqrt{[2 g_i g_o - R_E\{Y_F Y_R\}]^2 - |Y_F Y_R|^2}}{2 g_o} = 25.9 \text{ mS}$$

$$B_{SVOPT} = -b_i + \frac{Im\{Y_F Y_R\}}{2 g_o} = 48 \text{ mS}$$

$$G_{LVOPT} = G_{SVOPT} \frac{g_o}{g_i} = 0.037 \text{ mS}$$

$$B_{LVOPT} = -b_o + \frac{Im\{Y_F Y_R\}}{2 g_i} = -0.65 \text{ mS}$$

In corrispondenza si ottiene

$$G_{TMAX} = \frac{4 G_{SVOPT} G_{LVOPT} |Y_F|^2}{|(Y_{SVOPT}+Y_I)(Y_{LVOPT}\,Y_O) - Y_R Y_F|^2} = 285$$

$Y_{SVOPT} + Y_I = 85.9 + 40 j \text{ mS}$

$Y_{LVOPT} + Y_O = 0.107 + 0.05 j$

In queste condizioni la potenza di uscita vale

$$P_L = P_{AIN} \cdot G_{TMAX} = 0.71\ \mu W$$

$$P_{AIN} = 2{,}5\ nW$$

Poichè $P_L = \dfrac{V_{2M}^2}{2 R_L}$

si ottiene

$$V_{2M} = 8.4\ mV \qquad I_{2M} = 16.8\ \mu A$$

Si procede adesso, con le tecniche ben note, al progetto delle reti di adattamento per le quali si rimanda alle soluzioni di compiti d'esame precedenti.

* segue da pag. 2

$$P_{AIN} = 2.5\ nW$$

$$P_L = G_T P_{AIN} = 5.42\ nW$$

$$V_{2M} = \sqrt{2 P_L R_L} = 0.7\ mV$$

$$I_{2M} = 14\ \mu A$$