Elettronica delle Telecomunicazioni

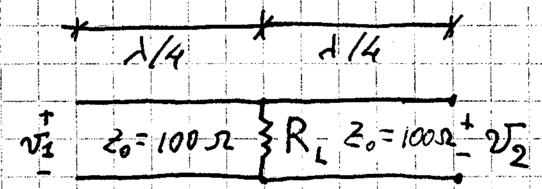
29/01/98

A] Utilizzando il transistore bipolare 2N4957 progettare un amplificatore alla frequenza di 200 MHz con le seguenti caratteristiche:

1) cifra di rumore pari a 2.5 dB,
2) guadagno di trasduttore pari a 16 dB.

Discuterne, infine, la stabilità.

B] Calcolare il parametro S_{21} del quadripolo in figura.



$R_L = 50$

A] Dalle caratteristiche risulta che per ottenere una cifra di rumore pari a 2.5 dB, con $I_{EQ} = -2$ mA, si possono scegliere due valori della resistenza vista dall'ingresso: $R_{SV} = 75$ o $600\ \Omega$.

Scegliendo $R_{SV} = 75\ \Omega$ e con i seguenti valori dei parametri y

$y_I = 2.8 + 6.55$ mS $\qquad y_{SV} = 13.3$ mS

$y_O = 0.1 + 1.55$ mS

$y_R = -0.5\jmath$ mS

$y_F = 53 - 22\jmath$ mS

si ottiene:

$$y_{OUT1}(R_{SV}) = y_O - \frac{y_R y_F}{y_I + y_S} = 1.255 + 2.67\jmath \text{ mS}$$

Poiché risulta, pensando ad una realizzazione a 2 stadi,

$$G_{TTOT} = G_{A1} \cdot G_{T2} = 46 \text{ dB}$$

e $$G_{A1} = G_{A1}(y_{SV}) = \frac{|y_F|^2 \quad G_{SV}}{RE\{(y_O y_S + y_O y_I - y_R y_F)(y_I + y_{SV})^*\}} = 115 \quad [20.6 \text{ dB})$$

dovrà essere

$$G_{T2} = 25 \text{ dB}.$$

[E' evidente che con un solo stadio non è possibile soddisfare entrambe le specifiche imposte, infatti: risulta $G_T \leq G_A = 20.6$ dB con $y_{SV} = 13.3$ mS].

Pertanto il secondo stadio dovrà fornire un G_T fissato. A questo risultato si può giungere con infinite coppie Y_{SV2}, Y_{LV2}. Per garantire la stabilità e facilitare la ricerca di una possibile coppia di impedenze si usano i profili di figg. 7, 8, 10, 11, 12 che forniscono, per determinati valori di K, le coppie di impedenze in corrispondenza delle quali si ha il massimo G_T.

Da fig. 7, con $G_T = 25\,dB$ e $f = 200\,MHz$ si ricava $K = 4$ e, in corrispondenza

$$Y_{SV2} = 26 - 26j \; mS$$
$$Y_{LV2} = 1 - 2.3j \; mS$$

Per quanto concerne la stabilità si può affermare quanto segue:

1) Essendo $K > 1$ per il secondo stadio, la stabilità è garantita se le impedenze di sorgente e di carico hanno parte reale positiva. Ciò è certamente vero per l'impedenza di carico. Lo stesso dicasi per Y_{SV2} che, però, può essere ottenuta per trasformazione di $Y_{OUT\,1}$ solo se $R_E\{Y_{OUT\,1}\} > 0$. Poiché $Y_{OUT\,1} = 1.258 + 2.67j\; mS$ si può concludere che la stabilità del secondo stadio è garantita.

2) Per quanto riguarda il primo stadio, essendo $R_E\{Y_{OUT\,1}\} > 0$, sull'uscita basta controllare che $R_E\{Y_{LV1}\} > 0$.

Si calcola, pertanto $Y_{IN2} = Y_I - \frac{Y_R Y_F}{Y_O + Y_{LV2}}$

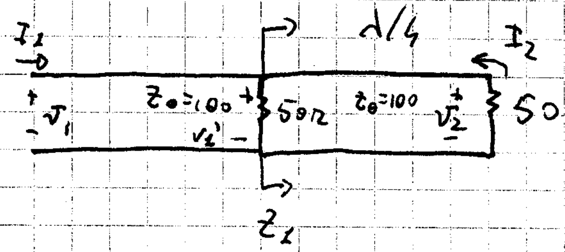
Se $R_E\{Y_{IN2}\} > 0$ sull'uscita del I stadio non si ha il rischio dell'innesco di oscillazioni e resta, infine, calcolare $Y_{IN\,1}$. Per fare ciò è necessario prima progettare il quadripolo

di adattamento tra l'uscita del primo e l'ingresso del secondo stadio. Se anche $R_E\{Y_{IN1}\}>0$ non ci sono rischi di instabilità. Se $R_E\{Y_{IN2}\}$ e/o $R_E\{Y_{IN1}\}<0$ è opportuno, invece, calcolare il BA del I stadio e controllare che risulti $|BA|<1$.
Per le reti di adattamento si rimanda alle soluzioni di compiti d'esame precedenti.

B] Per definizione

$$S_{21} = \left.\frac{b_2}{a_1}\right|_{a_2=0}$$

Pertanto il circuito per il calcolo di S_{21} è il seguente:



Risulta $Z_1 = 50 // 200 = 40\Omega$

Dall'equazione sulla prima linea risulta

$$V_1 = V^+ e^{j\beta\lambda/4} + V^- e^{-j\beta\lambda/4} =$$

$$= V^+\left[j - \frac{V^-}{V^+} j\right]$$ dove $\frac{V^-}{V^+} = \Gamma = \frac{40-100}{100+40} = -0.43$

$$= V^+ j\left[1 + 0.43\right] = 1.43 j V^+$$

$$V_1' = V^+ + V^- = V^+(1+\Gamma) = V^+ 0.57$$

$$V_1' = \frac{V_1}{1.43 j} 0.57 = -j0.398\, V_1$$

Dall'equazione sulla seconda linea:

$V_1' = V^{+'}[j - \Gamma' j] = 1.33 j V^{+'}$ con $\Gamma' = \frac{50-100}{50+100} = -0.33$

$$V_2 = V^{+'}\left[1+\Gamma'\right] = 0.67\, V^{+'}$$

$$V_2 = 0.67 \frac{V_1'}{1.33 j} = -0.5 j\, V_1' = -0.5 j(-j\, 0.4\, V_1) = -0.2\, V_1$$

$$S_{21} = \left.\frac{b_2}{a_1}\right|_{a_2=0} = \frac{V_2 - Z_0 I_2}{V_1 + Z_0 I_1} = \frac{2 V_2}{V_1\left(1 + \frac{Z_0}{Z_{IN}}\right)} = -0.33 \quad (\text{con } Z_0 = 50\Omega)$$