

Elettronica delle Telecomunicazioni

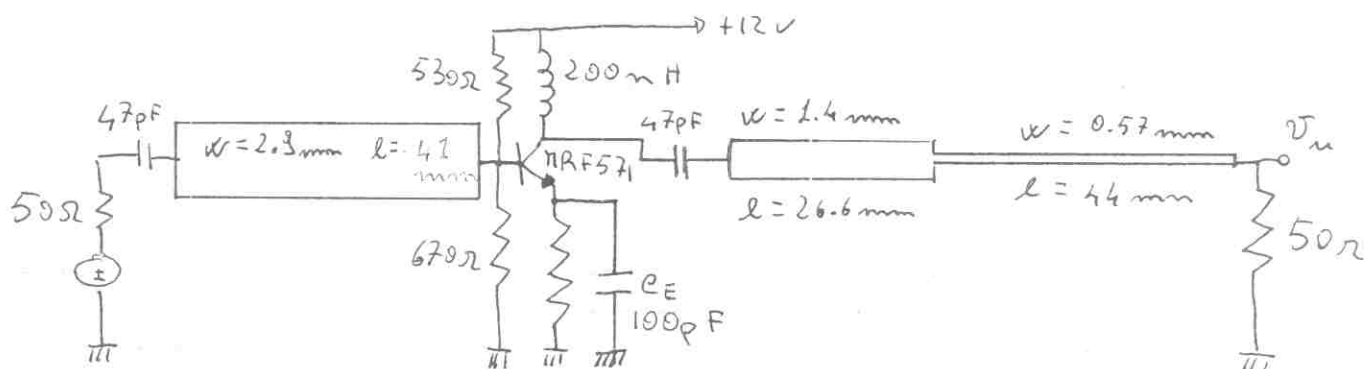
15/12/94

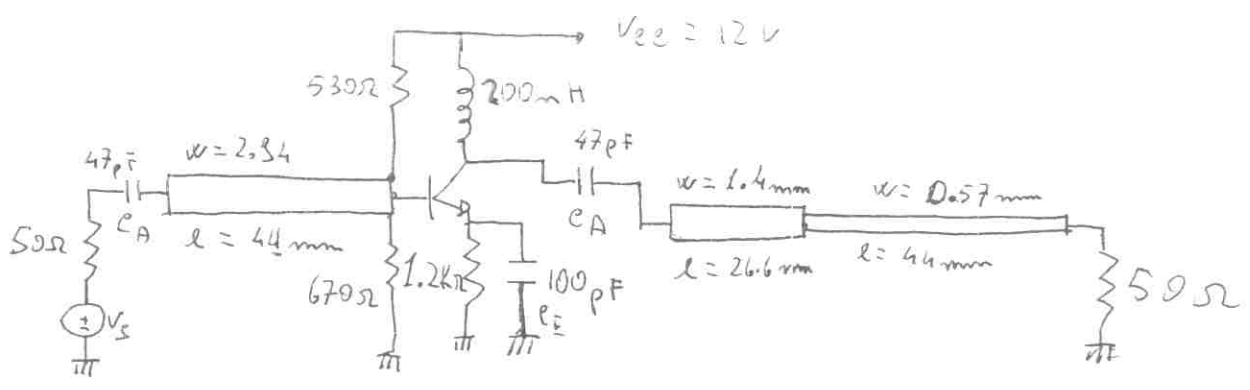
Con riferimento all'amplificatore in figura

- 1) calcolare l'ampiezza I_{L1} della corrente nel carico
- 2) calcolare il valore di picco della corrente di collettore
- 3) modificare le reti di adattamento di ingresso e di uscita in modo da massimizzare I_{L1}
- 4) calcolare, nelle condizioni di cui al punto 3, il guadagno di transduttore e la cifra di rumore.

$$f_0 = 1 \text{ GHz} \quad V_S = V_{S1} \cos \omega_0 t \quad V_{S1} = 50 \text{ mV} \quad \omega_0 = 2\pi f_0$$

$$Z_L = 50 \Omega \quad Z_S = 50 \Omega \quad Z_2 = 4 \quad h = 0.7 \text{ mm}$$





Punto di lavoro

$$V_B = 12 \cdot \frac{670}{1200} = 6.7 \text{ V}$$

$$I_B \approx 100 \mu\text{A}$$

$$V_E = 6 \text{ V}$$

$$R_{BB} I_B = 28 \text{ mV} \ll V_{BE}$$

$$I_E = \frac{6}{1.2} = 5 \text{ mA} \quad V_{CE} = 6 \text{ V}$$

Parametri S

$$S_{11} = 0.61 \angle 178^\circ = -0.608 + j0.021$$

$$\frac{1}{w_{0A}} = 3.4 \Omega$$

$$S_{21} = 3 \angle 78^\circ = 0.62 + j2.93$$

$$S_{12} = 0.08 \angle 37^\circ = 0.071 + j0.054$$

$$\frac{1}{w_{0E}} = 1.6 \Omega$$

$$S_{22} = 0.28 \angle -63^\circ = 0.12 - j0.26$$

Calcolo di Γ_{SV}

$$Z_{01} = 30 \Omega$$

$$\frac{w}{h} = 4.2$$

$$\frac{\lambda}{\lambda_{TEM}} = 1.105$$

$$\lambda = \frac{1.105 \cdot 10^8}{f \sqrt{\epsilon_r}} = 0.15 \cdot 1.105 = 0.165 \text{ m}$$

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\beta l = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot 0.044 = 1.67 \text{ rad} [95^\circ]$$

$$Z_{SV} = 30 \frac{50 + j30 \tanh \beta l}{30 + j50 \tanh \beta l} = 30 \frac{50 - j300}{30 - j500} = 30 \cdot 18 \angle 18^\circ$$

$$\Gamma_{SV} \approx -0.47$$

Calcolo di Γ_{OUT}

$$Z_{02} = 80 \Omega$$

$$\frac{w}{h} = 0.81$$

$$\frac{\lambda}{\lambda_{TEM}} = 1.19$$

$$\lambda = 0.15 \cdot 1.19 = 0.178 \text{ m}$$

$$\beta l = \frac{2\pi}{\lambda} l = 1.55 \text{ rad} [88.3^\circ]$$

$$\tanh \beta l = 0.54$$

$$Z_1 = 80 \frac{50 + j80 \cdot 0.54}{80 + j50 \cdot 0.54} \approx 128$$

$$Z_{in} = \frac{128}{50} = 2.56$$

$$Z_{02} = 50 \Omega$$

$$\frac{v}{h} = \frac{1.7}{0.7} = 2$$

2

$$\frac{\lambda}{\lambda_{TE7}} = 1.145$$

$$\lambda = 0.15 \cdot 1.145 = 0.17175 \approx 0.1717 \text{ m} = 171.7 \text{ mm}$$

$$\frac{l}{\lambda} = \frac{1.4}{21.7} = 0.155$$

Dalle carte di Smith si ricava

$$P_{L_V} = 0.45 \angle -110^\circ = -0.153 - 0.428j$$

Si calcola quindi

$$G_T = \frac{(1 - |P_L|^2) |S_{21}|^2 (1 - |P_S|^2)}{|1 - S_{11} P_S|^2 |1 - P_{OUT} P_{L_V}|^2}$$

$$P_{OUT} = S_{22} + \frac{S_{12} S_{21} P_S}{1 - S_{11} P_S} = 0.174 - 0.425j = 0.45 \angle -67^\circ$$

$$S_{11} P_S = 0.28$$

$$P_{OUT} P_{L_V} = 0.2 \angle -177^\circ \approx -0.202$$

$$G_T = \frac{0.737 \cdot 3 \cdot 0.78}{0.51 \cdot 1.44} = 7.55 \text{ [12.3 dB]}$$

$$P_{A_{in}} = \frac{0.05^2}{80 \cdot 50} = 6.25 \mu\text{W}$$

$$P_L = P_{A_{in}} \cdot G_T = 0.10647 \mu\text{W} = \frac{I_{L_{eff}}^2}{2} \cdot 50$$

$$\text{Pertanto } I_{L_{eff}} = 1.32 \text{ mA}$$

Corrente di collettore:

$$P_{L_V} = 0.45 \angle -110^\circ \quad Z_{L_V} = 50(0.52 - 0.55j) = 26 - 27.5j$$

$$P_L = \frac{I_{en}^2}{2} \cdot 26 \quad I_{en} = 2.8 \text{ mA}$$

$$\text{Il valore di minimo } \bar{I}_{en_{min}} = 5 \cdot 1.9 = 9.5 \text{ mA}$$

$$\text{Il valore di picco } \bar{I}_{en_{max}} = 5 \cdot 1.9 = 9.5 \text{ mA}$$

3) Il dispositivo è incondizionatamente stabile. Si ottiene il massimo G_T per $\Gamma_{S_1} = 0.89 \angle -173^\circ = -0.89$
 $\Gamma_{L_1} = 0.81 \angle 66^\circ$

Rete di adattamento di ingresso
 $Z_{S_1} = 0.06 \cdot 50 = 3 \Omega$ occorre un

trasformatore $\lambda/4$ di impedenza
 $Z_0 = \sqrt{3 \cdot 50} = 12.24 \Omega$

Siamo al limite della zona coperta dai profili di Z_0 e $\frac{d}{\lambda_{TEH}}$ in funzione di $\frac{W}{h}$. Estrapolando si ottiene

$\frac{W}{h} \approx 14 \Rightarrow W = 9.8 \text{ mm}$ $\frac{d}{\lambda_{TEH}} = 1.065$ $d = 0.158 \text{ m}$
 $\frac{d}{\lambda} \approx 40 \text{ mm}$

Rete di adattamento di uscita

Trasformatore $\frac{d}{4}$ per trasporre in $0.105 \cdot 50 = 5.25 \Omega$
 $Z_0 = \sqrt{5.25 \cdot 50} = 16.2 \Omega$ $\frac{W}{h} \approx 10$ $W = 7 \text{ mm}$

$\frac{d}{\lambda_{TEH}} = 1.07$ $\lambda = 0.1605$ $l = \frac{d}{4} = 40 \text{ mm}$

Spessore di linea di lunghezza 0.157λ e impedenza caratteristica 50Ω

4) In queste condizioni il guadagno di trasmissione assume il valore massimo ed è pari a

$$G_{TRAT} = \frac{|S_{12}|}{|S_{21}|} [K - \sqrt{K^2 - 1}]$$

$$K = \frac{1 - |S_{11}|^2 - |S_{22}|^2 + |D|^2}{2|S_{12}S_{21}|}$$

Per il calcolo della cifra di rumore si
usa la formula

$$F = F_{min} + \frac{4r_n |P_G - P_{ON}|^2}{(1 - |P_G|^2) |1 + P_{ON}|^2}$$

dove $F_{min} = 1.5 \text{ dB} \Rightarrow 1.41$

$$r_n = \frac{7.5}{50} = 0.15 \Omega$$

$$P_G = P_{su} = -0.89$$

$$P_{ON} = 0.48 \angle 134 = -0.33 + 0.34j$$

$$F = 1.41 + \frac{0.6 \cdot 0.43}{0.2 \cdot 0.56} = \frac{2.13}{3.71} \Rightarrow \frac{3.2}{5.7} \text{ dB}$$