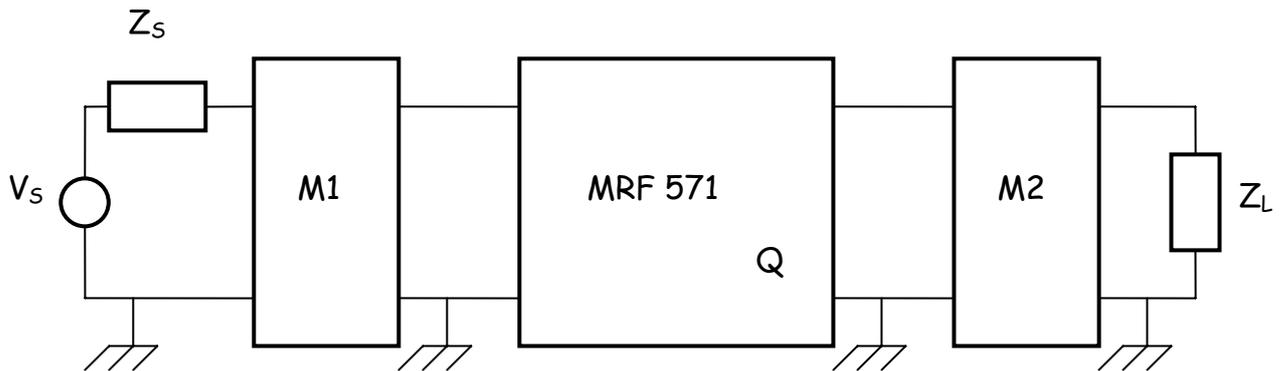


Prova scritta di Circuiti Integrati a Microonde

(Prova in itinere del 23 novembre 2004)

- A)** Utilizzando il transistor bipolare MRF571, dopo aver verificato la stabilità incondizionata, progettare un amplificatore a microstrisce a frequenza f_0 , con le seguenti caratteristiche: $NF = NF_{min}$ e potenza di uscita massima. Calcolare inoltre la potenza erogata dal generatore di segnale.



$$Z_S = 50 \text{ Ohm}$$

$$Z_L = 50 \text{ Ohm}$$

$$\epsilon_r = 4$$

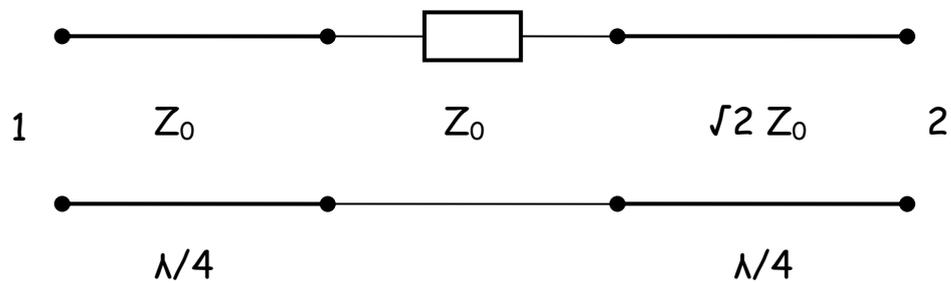
$$h = 0.8 \text{ mm}$$

$$f_0 = 1 \text{ GHz}$$

$$V_S = 0.1 \cos \omega_0 t \text{ [V]}$$

(no rete di polarizzazione)

- B)** Calcolare il parametro S_{21} (normalizzato a Z_0) del seguente quadripolo:



Durata: 1h e 40min

Soluzione

A) Dai parametri S del transistor ($f_0=1$ GHz, $V_{CE}=6$ V, $I_C=5$ mA) si hanno:

$$D = 0.058 -j 0.083$$

$$|D| = 0.102$$

$$K = 1.036$$

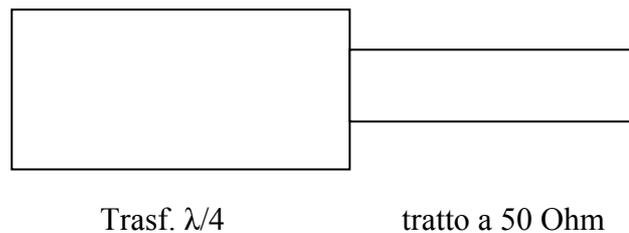
Dal momento che risultano:

$$K > 1$$

$$|D| < 1$$

segue che il quadripolo Q è incondizionatamente stabile (alla frequenza di lavoro).

Dalle caratteristiche del quadripolo risulta $\Gamma_{NFopt} = 0.48 \angle 134^\circ$ e considerando che l'impedenza di sorgente è pari a 50 Ohm, segue che la rete di adattamento M1 risulta composta da un trasformatore a $\lambda/4$ e in più un tratto di linea a 50 Ohm, come mostrato in figura (non in scala):



Dalla carta di Smith, si ottiene:

$$Z_{0\lambda/4} = 50 * \sqrt{0.35} = 29.6 \text{ Ohm}$$

(che da luogo al più corto tratto di linea successivo al trasformatore a $\lambda/4$)

Dalle caratteristiche delle linee a microstriscia, si ha che:

$$w/h = 5$$

$$\text{segue che: } w = 4 \text{ mm}$$

$$\text{mentre, } \lambda/\lambda_{TEM} = 1.12$$

$$\text{e poiché } \lambda_{TEM} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{segue che: } \lambda/4 = 42 \text{ mm;}$$

Dalla carta di Smith, si deduce che il tratto di linea a 50 Ohm (tratto successivo al trasformatore), ha lunghezza pari a 0.064λ .

Dalle caratteristiche delle linee a microstriscia, per $Z_0 = 50\Omega$, si ha che:

$$w/h = 2$$

segue che: $w = 1.6 \text{ mm}$

mentre, $\lambda/\lambda_{\text{TEM}} = 1.145$

e poiché $\lambda_{\text{TEM}} = 0.15 \text{ m}$

segue che $\lambda = 172 \text{ mm}$

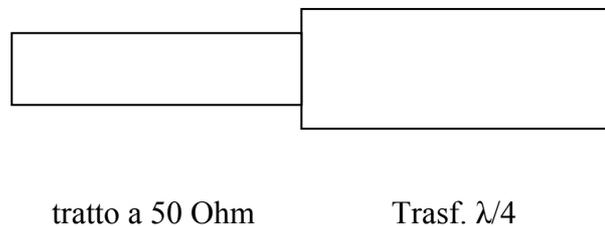
e che $0.064 \lambda \cong 11 \text{ mm}$

Per massimizzare la potenza sul carico, M2 deve realizzare l'adattamento complesso coniugato all'uscita del quadripolo Q.

Il coefficiente di riflessione visto dall'uscita del quadripolo (Γ_{OUT}) vale $0.39 \angle -89^\circ$, da cui segue che:

$$\Gamma_{\text{LV}} = \Gamma_{\text{OUT}}^* = 0.39 \angle 89^\circ \text{ (coefficiente di riflessione visto dall'ingresso della rete M2)}$$

Segue che la rete di adattamento M2 risulta composta da un tratto di linea a 50 Ohm e in più un trasformatore a $\lambda/4$, come mostrato in figura (non in scala):



Il più corto tratto di linea a 50 Ohm (che dà luogo ad un trasformatore a $\lambda/4$ fisicamente realizzabile) ha lunghezza pari a 0.126λ che, dai dati ricavati sopra per $Z_0=50 \text{ Ohm}$, è pari a 21,7 mm.

Dalla carta di Smith, si ottiene:

$$Z_{0\lambda/4} = 50 * \sqrt{0.44} \cong 33 \text{ Ohm}$$

Dalle caratteristiche delle linee a microstriscia, si ha che:

$$w/h = 4.5$$

segue che: $w = 3.6 \text{ mm}$

mentre, $\lambda/\lambda_{\text{TEM}} = 1.13$

e poiché $\lambda_{\text{TEM}} = 0.15 \text{ m}$

segue che: $\lambda/4 \cong 42$ mm;

Poiché $P_{IN} = P_{OUT} / G_p = P_{AIN} * G_A / G_p$, considerando che $P_{AIN} = 25 \mu W$ e valutando G_p (pari a 19.6) e G_A (pari a 11.75), si ottiene che la potenza erogata dal generatore (e quindi quella in ingresso al quadripolo) è circa uguale a $15.3 \mu W$.

$$\mathbf{B)} \quad S_{21} = \left. \frac{b_2}{a_1} \right|_{a_2=0} = -\frac{2}{3} * \frac{1}{2} * \frac{1+\Gamma_{01}}{1-\Gamma_{01}} * \frac{1+\Gamma_{02}}{1-\Gamma_{02}} = -1/\sqrt{2} \cong -0.707$$

Dove:

$$\Gamma_{01} = \frac{1}{2}$$

(coefficiente di riflessione al termine del primo tratto di linea d'impedenza caratteristica Z_0)

$$\Gamma_{02} = \frac{1-\sqrt{2}}{1+\sqrt{2}}$$

(coefficiente di riflessione al termine del secondo tratto di linea d'impedenza caratteristica $\sqrt{2} * Z_0$)