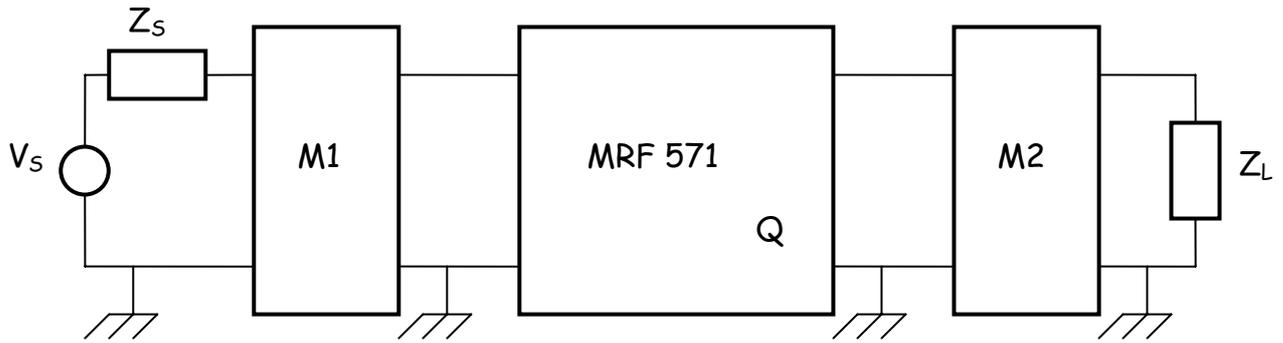


## Prova scritta di Circuiti Integrati a Microonde

(Appello del 14 febbraio 2005)

**A)** Utilizzando il transistor bipolare MRF571, progettare un amplificatore a microstrisce a frequenza  $f_0$ , mostrato in figura seguente. Dimensionare le reti M1 e M2 in modo tale che la potenza disponibile in uscita al quadripolo Q sia pari ad 1 mW e quella sul carico sia massima. Determinare inoltre la potenza in ingresso al quadripolo Q.



$$Z_S = 100 \text{ Ohm}$$

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

$$\epsilon_r = 4$$

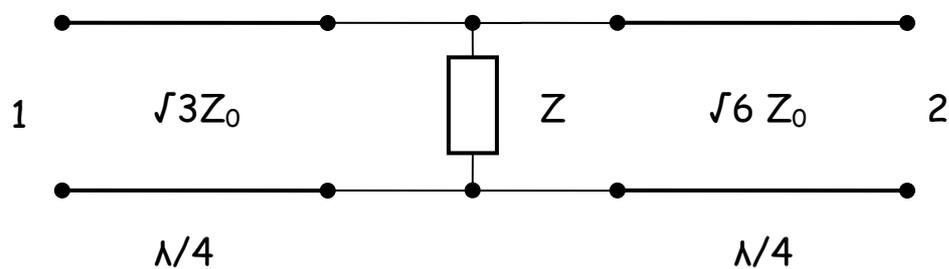
$$h = 0.8 \text{ mm}$$

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

$$V_{SM} = 0.2 \text{ V}$$

(no rete di polarizzazione)

**B)** Determinare  $Z$  in modo tale che la porta 1 del quadripolo in figura risulti adattata.



---

Durata: 1h e 30min

## Soluzione

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

$$D = 0.058 - j 0.083$$

$$|D|^2 = 0.01$$

$$K = 1.036$$

Dai dati del problema relativi al guadagno di potenza disponibile occorre che sia  $G_A = 20$ .

Il centro e il raggio della circonferenza equi- $G_A$ :

$$g_A = 20/|S_{21}|^2 = 2.22$$

$$C_A \cong -0.78$$

$$r_A \cong 0.19$$

Tutti i punti equi- $G_A$  sono candidati a soluzione, ma su tutti, i punti che intersecano l'asse reale danno luogo alla più semplice delle reti M1, ovvero un trasformatore a  $\lambda/4$ .

$$Z_1 = 50 * 0.01 = 0.5 \text{ Ohm}$$

$$Z_2 = 50 * 2.6 = 13 = \text{Ohm}$$

di cui solo  $Z_2$  dà luogo ad un tratto di microstriscia fisicamente realizzabile. Pertanto:

$$Z_{02} = \sqrt{13 * 100} = 36 \text{ Ohm}$$

Dalle caratteristiche delle linee a microstriscia, si ha che:

$$w/h = 3.6$$

$$\text{segue che: } w = 2.88 \text{ mm}$$

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

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

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

Per soddisfare il requisito sulla potenza in uscita occorre che M2 realizzi l'adattamento complesso coniugato tra quadripolo e impedenza di carico.

Il coefficiente di riflessione visto dall'uscita del quadripolo vale:

$$\Gamma_{\text{OUT}} = 0.53 \angle -68^\circ$$

da cui segue che il coefficiente di riflessione visto all'ingresso della rete M2 deve risultare pari a:

$$\Gamma_{\text{LV}} \cong 0.53 \angle 68^\circ$$

$$Z_{02} = \sqrt{12 * 100} \cong 35 \text{ Ohm}$$

Una possibile realizzazione per la rete M2 è data da un tratto di linea a 50 seguita da un trasformatore a  $\lambda/4$ .

Dalla carta di Smith, si hanno due possibili soluzioni per il tratto di linea di lunghezza trasformatore  $\lambda/4$ .

$$Z_3 = 50 * 0.3 = 15 \text{ Ohm}$$

$$Z_4 = 50 * 3.2 = 160 = \text{Ohm}$$

Cui corrispondono:

$$Z_{03} = \sqrt{15 * 50} = 27.4 \text{ Ohm}$$

$$Z_{03} = \sqrt{15 * 50} = 89.4 \text{ Ohm}$$

Tra le due, è conveniente scegliere  $Z_{03}$  dal momento che minimizza la lunghezza del tratto di linea a 50 Ohm.

Dalle caratteristiche delle linee a microstriscia, si ha che:

$$w/h = 5$$

$$\text{segue che: } w = 40 \text{ mm}$$

$$\text{mentre, } \lambda/\lambda_{\text{TEM}} = 1.1$$

$$\text{Poiché } \lambda_{\text{TEM}} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{segue che: } \lambda/4 = 41.25 \text{ mm.}$$

Per il tratto di linea a 50 Ohm, si ha:

$$w/h = 2$$

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

$$\text{mentre, } \lambda/\lambda_{\text{TEM}} = 1.15$$

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

$$\text{segue che: } \lambda = 172.5 \text{ mm}$$

$$\text{e che la lunghezza della linea } l = 0.155 \lambda = 26.7 \text{ mm.}$$

Infine, per valutare la potenza in uscita è sufficiente conoscere il  $G_P$ :

$$P_{\text{IN}} = P_{\text{OUT}}/G_P \cong 45.5 \text{ } \mu\text{W}$$

**B)** Affinché  $S_{11} = 0$ , è necessario che l'impedenza vista in ingresso alla porta 1 sia pari a  $Z_0$ , e questo avviene se  $Z = 6 Z_0$ .