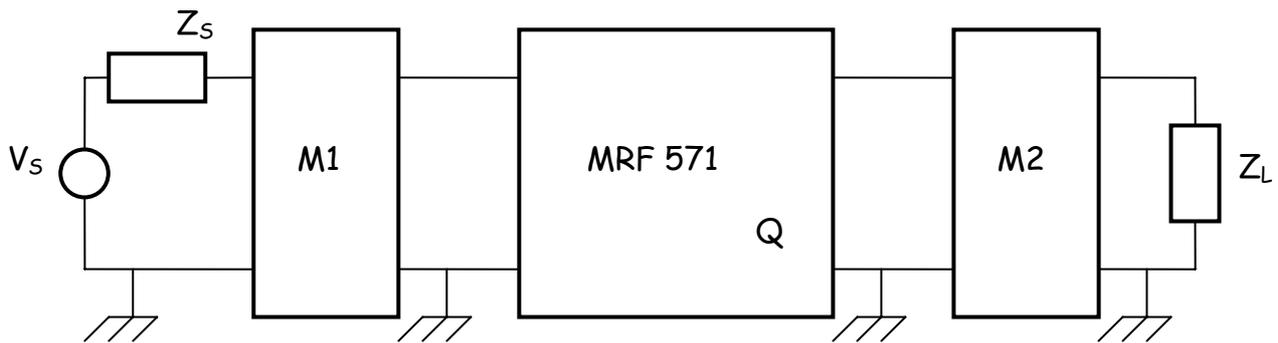


## Prova scritta di Circuiti Integrati a Microonde

(Appello del 10 gennaio 2005)

Utilizzando il transistor bipolare MRF571 come mostrato in figura seguente, progettare un amplificatore a microstrisce a frequenza  $f_0$ , con potenza in uscita pari a 0 dBm e adattamento complesso coniugato in ingresso. Dimensionare la rete M2; calcolare la potenza di rumore in uscita su una banda di 10 MHz.



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

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

$$\epsilon_r = 4$$

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

$$f_0 = 500 \text{ MHz}$$

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

(no rete di polarizzazione)

## Soluzione

Dai dati del problema emerge che dal progetto dell'amplificatore deve risultare  $G_p = 10$ .

- Rete M2

Dai parametri S del transistor ( $V_{CE} = 6\text{ V}$ ,  $I_C = 5\text{ mA}$ ), si ottiene che il cerchio equi- $G_p$  ( $g_p = 0.331$ ) ha centro e raggio rispettivamente:

$$c_p = 0.163 \angle 73.55$$

$$r_p = 0.892$$

La più semplice delle reti M2 è quindi costituita da un trasformatore a  $\lambda/4$ ; due sono quindi i punti di impedenza normalizzata candidati a soluzione:

$$z_A = 0.09$$

$$z_B = 25$$

i quali danno luogo a due diverse realizzazioni con relative impedenze caratteristiche:

$$Z_{0A} = 50 \sqrt{0.09} = 15\text{ Ohm}$$

$$Z_{0B} = 50 \sqrt{25} = 250\text{ Ohm}$$

Dalle caratteristiche del substrato emerge che solo  $Z_{0A}$  risulta fisicamente realizzabile ( $Z_{LV} = z_A * 50 = 4.5\text{ Ohm}$ ). Conseguentemente,  $\Gamma_{LV} = -0.835$ .

Dalle caratteristiche delle microstrip line, si ottiene che  $w/h = 10$  e che  $\lambda / \lambda_{TEM} = 1.07$ . Pertanto, si ottiene che  $w = 8\text{ mm}$  e, dal momento che  $\lambda_{TEM} = 30\text{ cm}$ , che  $\lambda/4 = 8.025\text{ cm}$ .

- Potenza di rumore in uscita

$$N_{TOT} = NF * N_{UIN}, \text{ dove } N_{UIN} = KT G_T \Delta f$$

Dalle caratteristiche del transistor risulta che  $NF_{min} = 1.23$  (0.9 dB) e, considerato che  $\Gamma_{SV} = \Gamma_{IN}^* = 0.605 \angle 114.4$ , si ottiene che  $NF = 1.35$  (1.3 dB). Inoltre, poiché:

$$G_T = G_p = 10;$$

$$\Delta f = 10\text{ MHz}$$

$$K = 1.38062 * 10^{-23}\text{ J}^\circ\text{K}$$

$$T = 300\text{ }^\circ\text{K}$$

risulta  $N_{UIN} = 414.2\text{ fW}$  e, pertanto,  $N_{TOT} = 559.2\text{ fW}$ .

- Rete M1 (non richiesta)

Una possibile realizzazione per la rete M1 è data da un trasformatore a  $\lambda/4$  in aggiunta ad un tratto di linea a  $50\text{ Ohm}$ ; due sono quindi i punti di impedenza normalizzata candidati a soluzione:

$$z_C = 0.22$$

$$z_D = 4.1$$

Questi danno luogo a due diverse realizzazioni per il trasformatore a  $\lambda/4$  con relative impedenze caratteristiche:

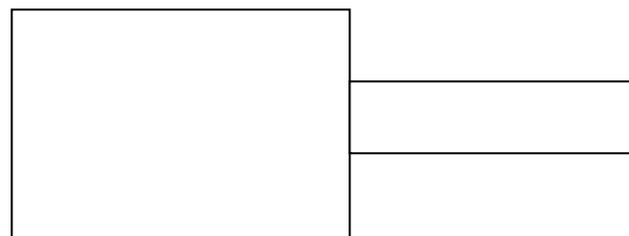
$$Z_{0C} = 50 \sqrt{0.22} = 23.45 \text{ Ohm}$$

$$Z_{0D} = 50 \sqrt{4.1} = 101.24 \text{ Ohm}$$

Per minimizzare il tratto di linea successivo allora conviene scegliere il punto C  
( $Z_C = z_C * 50 = 11 \text{ Ohm}$ ).

Trasformatore a  $\lambda/4$  - Dalle caratteristiche del substrato, si ottiene che per realizzare un tratto di linea con impedenza caratteristica  $Z_{0C}$  occorre che sia  $w/h = 5.5$  e che  $\lambda/\lambda_{\text{TEM}} = 1.11$ . Pertanto, si ottiene che  $w = 4.4 \text{ mm}$  e, dal momento che  $\lambda_{\text{TEM}} = 30 \text{ cm}$ , che  $\lambda/4 = 8.325 \text{ cm}$ .

Tratto di linea a 50 Ohm - Dalle caratteristiche del substrato, si ottiene che per realizzare un tratto di linea con impedenza caratteristica  $Z_0$  occorre che sia  $w/h = 2.2$  e che  $\lambda/\lambda_{\text{TEM}} = 1.14$ . Pertanto, si ottiene che  $w = 1.76 \text{ mm}$  e, dal momento che  $\lambda_{\text{TEM}} = 30 \text{ cm}$ , che  $0.089 * \lambda = 3.04 \text{ cm}$ .  
Segue il disegno non in scala.



Trasf.  $\lambda/4$

tratto a 50 Ohm