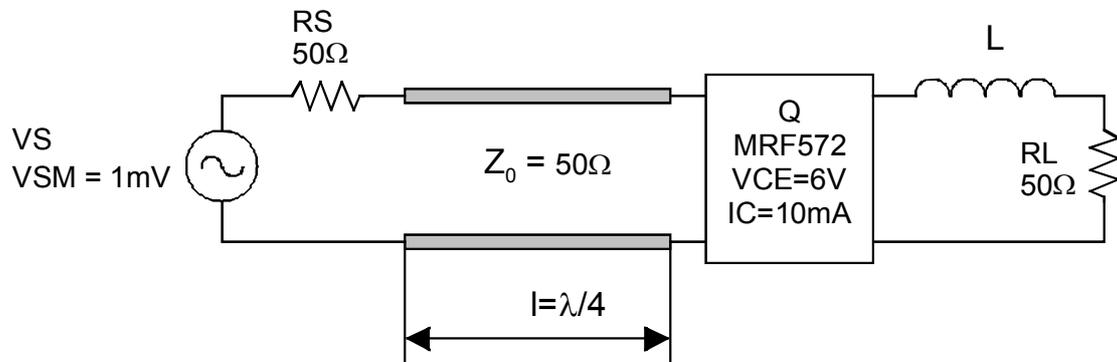


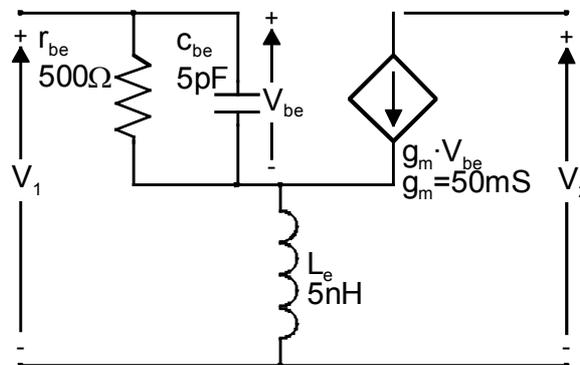
PROVA SCRITTA DI ELETTRONICA DELLE TELECOMUNICAZIONI I
5 Settembre 2003

Esercizio A:



1. Dato l'amplificatore in figura, determinare il valore dell'induttanza L in modo che il guadagno di potenza G_P dell'amplificatore valga 35 ($f = 1\text{GHz}$).
2. È possibile variare Z_0 , mantenendo $l = \lambda/4$ (e lasciando immutata L) in modo da aumentare la potenza sul carico? Quanto può valere al massimo questa potenza?

Esercizio B:



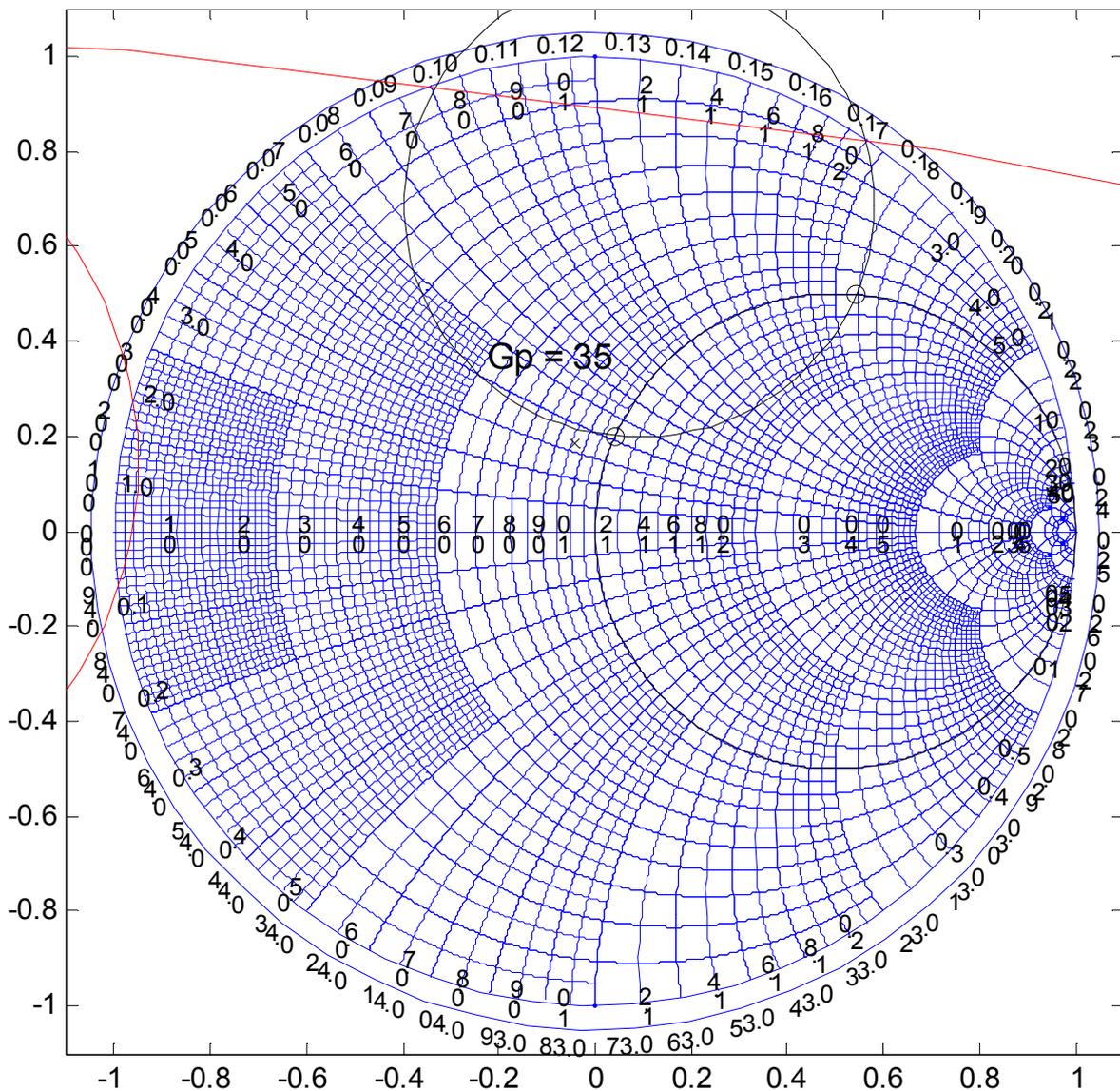
Calcolare il parametro y_i del quadripolo in figura alla frequenza di 500MHz.

Soluzione dell'esercizio A:

1. Dalle caratteristiche si ricavano immediatamente i parametri S del transistor, che valgono:

$$\begin{cases} S_{11} = 0.66 \angle -178^\circ \\ S_{21} = 4.00 \angle 77^\circ \\ S_{12} = 0.08 \angle 33^\circ \\ S_{22} = 0.19 \angle -103^\circ \end{cases}$$

È immediato verificare che il fattore di stabilità k vale 0.903, e siamo quindi in situazione di stabilità condizionata. Occorrerà quindi sempre accertarsi che i coefficienti di riflessione Γ_S , Γ_L cadano all'interno delle zone stabili. A questo scopo calcoliamo i cerchi di stabilità:



$$\left\{ \begin{array}{l} C_S = \frac{S_{11}D^* - S_{22}^*}{|D|^2 - |S_{22}|^2} = 1.78 \angle 175^\circ \\ R_S = \left| \frac{S_{12}S_{21}}{|D|^2 - |S_{22}|^2} \right| = 0.828 \\ C_L = \frac{S_{22}D^* - S_{11}^*}{|D|^2 - |S_{11}|^2} = 23.3 \angle -98^\circ \\ R_L = \left| \frac{S_{12}S_{21}}{|D|^2 - |S_{11}|^2} \right| = 24.2 \end{array} \right.$$

È immediato verificare che Γ_S deve essere *esterno* al cerchio di stabilità, mentre Γ_L deve essere *interno*. Poiché $\Gamma_S = 0$, la stabilità in ingresso è verificata (si veda la figura). Per valutare quella in uscita dobbiamo preventivamente conoscere Γ_L , e quindi L . Per fare questo sfruttiamo la condizione su G_P (che dipende solo dalla terminazione di uscita). Calcoliamo il cerchio equ- G_P con $G_P = 35$:

$$\left\{ \begin{array}{l} C_{GP} = \frac{g_p(S_{22}^* - S_{11}D^*)}{1 + g_p(|S_{22}|^2 - |D|^2)} = 0.69 \angle 82^\circ \\ R_{GP} = \frac{\sqrt{1 - 2kg_p|S_{12}S_{21}| + g_p^2|S_{12}S_{21}|}}{1 + g_p(|S_{22}|^2 - |D|^2)} = 0.49 \end{array} \right.$$

Il Γ_L desiderato dovrà giacere su questa circonferenza, ma anche sulla circonferenza definita da $R = 50\Omega$ (dato che aggiungere una induttanza in serie al carico permette di variare solo la parte immaginaria dell'impedenza vista). Esistono due possibili Γ_L , segnati con un cerchietto in figura, ed entrambi realizzano terminazioni stabili. Scegliendo quello più a sinistra si ottiene $\Gamma_L = 0.206 \angle 78^\circ$, che corrisponde ad un'impedenza di $50 + j21\Omega$. Alla frequenza data, la reattanza richiesta si ottiene con un'induttanza $L = 3.35\text{nH}$.

2. Dato che il guadagno G_P è imposto, per aumentare la potenza sul carico occorre aumentare la potenza P_{in} in ingresso al transistor. Chiamiamo Z_1 e Z_2 le impedenza all'ingresso del transistor e dello spezzone di linea rispettivamente. Vale allora:

$$\left\{ \begin{array}{l} Z_1 = \frac{1 + \Gamma_{in}}{1 - \Gamma_{in}} = 7.9 - j1\Omega \\ Z_2 = \frac{Z_0}{Z_1} \end{array} \right.$$

Detto I_{SM} il valore massimo della corrente erogata dal generatore, e ricordando che la linea è non dissipativa, si può scrivere la potenza di ingresso come:

$$P_{in} = \frac{1}{2} R_2 I_{SM}^2 = \frac{1}{2} \frac{Z_0^2 R_1}{|Z_1|^2} \frac{V_{SM}^2}{\left| R_S + \frac{Z_0}{Z_1} \right|^2}.$$

Derivando questa espressione rispetto a Z_0 ed annullando, si ottiene $Z_0^2 = \sqrt{R_S |Z_1|}$, e quindi $Z_0 = 19.9\Omega$. Si verifica che interponendo un tratto di linea con questa impedenza caratteristica, la potenza passa da 1.18 a 2.49nW rispetto al caso $Z_0 = 50\Omega$.

Soluzione dell'esercizio B:

Dalla definizione:

$$v_1 = v_{be} + j\omega L i_L = v_{be} + j\omega L \left[g_m v_{be} + \left(\frac{1}{r_{be}} + j\omega c_{be} \right) v_{be} \right]$$

$$i_1 = i_{r_{be}} + i_{c_{be}} = \left(\frac{1}{r_{be}} + j\omega c_{be} \right) v_{be}$$

$$y_i = \frac{i_1}{v_1} = \frac{\frac{1}{r_{be}} + j\omega c_{be}}{1 + j\omega L \left[g_m + \frac{1}{r_{be}} + j\omega c_{be} \right]} = 11.6 + j8.26 \text{mS}$$