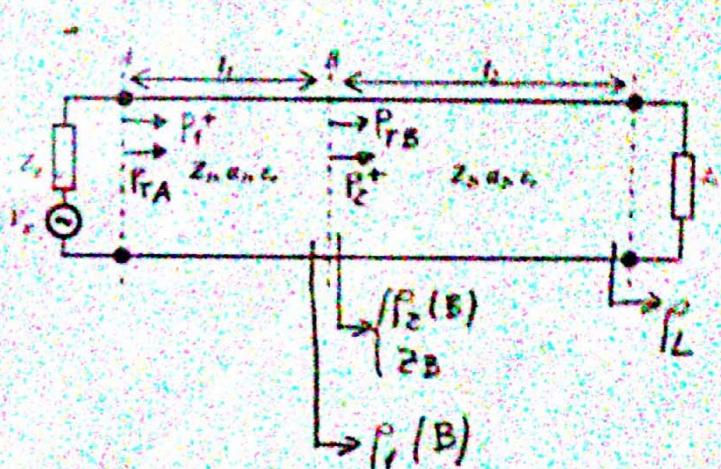


### Ejercicio 1 (50 puntos)

En el circuito de la figura, calcular la potencia entregada a la carga  $Z_L$  y la disipada en la línea  $l_2$ . Datos:

$$Z_1 = 50\Omega, l_1 = 10\text{cm}, \alpha_1 = 0, Z_2 = 25\Omega, l_2 = 15\text{cm}, \alpha_2 = 5 \cdot 10^3 \text{nF/cm}, Z_0 = 75\Omega, V_p = 20\text{V}, Z_s = 50\Omega, f = 1\text{GHz}, \epsilon_r = 1$$



$$P_{dg} = \frac{|V_A|^2}{2Z_0} = 4\text{mW}$$

$$\lambda = c_0/f = 30\text{cm}$$

$$l_2 = 15\text{cm} = \lambda/2$$

$$P_L = \frac{75 - 25}{75 + 25} = 0,5 \quad ; \quad P_2(B) = P_L e^{-2\beta_2 l_2} = P_L e^{-2 \times 2 \cdot 15 \cdot j 2\pi} = 0,5 \cdot 0,986 \cdot 0,43$$

$$Z_B = 25 \cdot \frac{1+0,43}{1-0,43} = 62,72\Omega \quad ; \quad P_1(B) = \frac{62,72 - 50}{62,72 + 50} = 0,113$$

$$P_{TB} = P_1^+ (1 - |P_1(B)|^2) = P_{dg} (1 - |P_1(B)|^2) = 987 \text{mW}, \text{ ya que } P_1^+ = P_{dg} \text{ y } \alpha_1 = 0 \quad P_g = P_1$$

$$P_{TB} = P_2^+ (1 - |P_2(B)|^2) \rightarrow P_2^+ = P_{TB} / (1 - |P_2(B)|^2) = 1214 \text{mW}$$

$$P_L = P_2^+ e^{-2\beta_2 l_2} (1 - |P_L|^2) = 1214 \cdot 0,986 \cdot 0,43 = 781 \text{mW}$$

$$\text{Perdidas en } l_2 = P_{TA} - P_L = P_{TB} - P_L = 987 - 781 = 206 \text{mW}$$

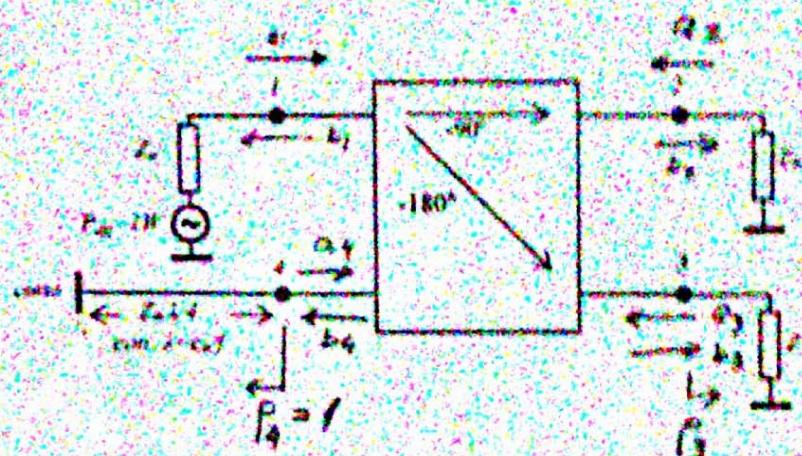
$$\text{ya que } P_{TB} = P_{TA}$$

Ejercicio 2 (50 puntos)

a) Teniendo en cuenta la numeración indicada en la figura, escribir la matriz  $S$ , a la frecuencia de trabajo  $f$  y refiriéndose a la impedancia de diseño  $Z_0 = 50\Omega$ , del acoplador direccional ideal y sin pérdidas de  $3 \text{ dB}$  y  $90^\circ$  que aparece en la misma.

b) Suponiendo que el acoplador se carga como se muestra en la figura, calcular la impedancia  $Z_3$  para que la señal incidente en ella sea  $(-2a\sqrt{2})$ .

c) En estas condiciones, calcular la potencia entregada en el acceso 2 y la reflejada en el 1.



$$|A_1|^2 = 1/2 \rightarrow A_1 = 1/\sqrt{2}$$

$$A_2 = 0$$

$$A_3 = \sqrt{b_3}$$

$$A_4 = f_A b_4 = b_4$$

a)

$$S = \begin{pmatrix} 0 & -j/\sqrt{2} & -1/\sqrt{2} & 0 \\ -j/\sqrt{2} & 0 & 0 & -1/\sqrt{2} \\ -1/\sqrt{2} & 0 & 0 & -j/\sqrt{2} \\ 0 & -1/\sqrt{2} & -j/\sqrt{2} & 0 \end{pmatrix}$$

b)  $B = S \cdot A$

$$\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} = (S) \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ Bb_3 \\ b_4 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{cases} b_1 = -Bb_3/\sqrt{2} \\ b_2 = -j\sqrt{2} - b_3/\sqrt{2} - i \\ b_3 = -1/\sqrt{2} - jBb_3/\sqrt{2} - i \\ b_4 = -jBb_3/\sqrt{2} - i \end{cases}$$

de 3 y 4)  $b_3 = -1/\sqrt{2} + j\frac{Bb_3}{\sqrt{2}} = \frac{-1}{\sqrt{2}} - \frac{Bb_3}{\sqrt{2}} \rightarrow b_3 = \frac{-1}{z+B} = \frac{-2}{3} \rightarrow$   
 $G = \frac{3}{2}\sqrt{2} - 2 = 0,121 \rightarrow Z_3 = Z_0 \frac{4f_D}{T_3} = 63,76 \Omega$

$$v_1 = \left( -\cos(\theta), \left(-\frac{1}{2}\right) \right), \frac{1}{\sqrt{2}} = e_1 \cos \theta \rightarrow P_{11} = |e_1|^2 = 3, 25 \cdot 10^{-3} \text{ W}$$

$$v_2 = \left( \frac{1}{2}, \left(-\frac{1}{2}\right) \right) = e_1 \sin \theta \rightarrow P_{12} = |e_1|^2 (1 - |\beta_1|^2) = 0$$

$$v_3 = \left( \frac{1}{2}, \frac{-j\sqrt{2}e_2}{\sqrt{2}} \right) = -j\alpha_2 e_2 \rightarrow P_2 = |e_2|^2 = \alpha_2^2 \cos^2 \theta$$

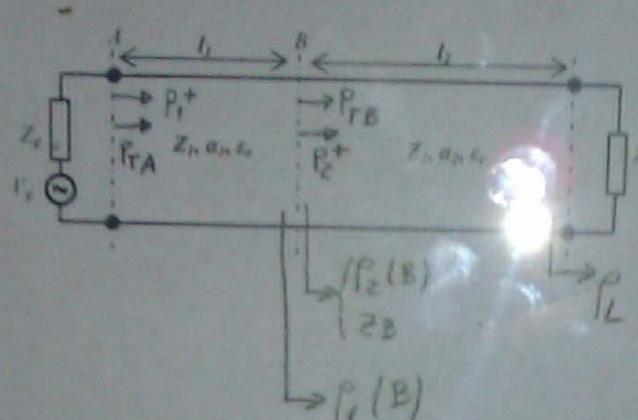
$$v_3 = \left( \frac{1}{2}, \right) \rightarrow P_3 = |e_3|^2 (1 - |\beta_3|^2) = 0, 6379 \text{ mW}$$

So configuration  $\approx P_1 + 0, 6379 \text{ mW} \approx 1 \text{ mW}$

### Ejercicio 1 (50 puntos)

En el circuito de la figura, calcular la potencia entregada a la carga  $Z_L$  y la disipada en la linea  $\ell_2$ . Datos:

$$Z_1 = 50\Omega, l_1 = 10\text{cm}, \alpha_1 = 0, Z_2 = 25\Omega, l_2 = 15\text{cm}, \alpha_2 = 5 \cdot 10^{-4} \text{np/cm}, Z_L = 75\Omega, V_g = 20\text{V}, Z_g = 50\Omega, f = 1\text{GHz}, c_0 = 1$$



$$P_{dg} = \frac{|V_g|^2}{8Z_g} = 1\text{W}$$

$$\lambda = c_0/f = 300\text{cm}$$

$$l_2 = 15\text{cm} = \lambda/2$$

$$\rho = \frac{75 - 25}{75 + 25} = 0,5 \quad ; \quad \rho_1(B) = \rho e^{-2\alpha_2 l_2} = \rho e^{-2\alpha_2 \rho_2} e^{j2\pi} = 0,5 \cdot 0,86 = 0,43$$

$$Z_B = 25 \frac{1+0,43}{1-0,43} = 62,72\Omega \quad ; \quad \rho_1(B) = \frac{62,72 - 50}{62,72 + 50} = 0,113$$

$$P_{TB} = P_1^+ (1 - |\rho_1(B)|^2) = P_{dg} (1 - |\rho_1(B)|^2) = 987\text{mW}, \text{ ya que } P_1^+ = P_{dg} \quad \text{y } \alpha_1 = 0 \quad |Z_g = Z_1|$$

$$P_{TB} = P_2^+ (1 - |\rho_2(B)|^2) \rightarrow P_2^+ = P_{TB} / (1 - |\rho_2(B)|^2) = 1211\text{mW}$$

$$P_L = P_2^+ e^{-2\alpha_2 \rho_2} (1 - |\rho_L|^2) = 1211 \cdot 0,86 \cdot 0,75 = 787\text{mW}$$

$$\text{Perdidas en } l_2 = P_{TA} - P_L = P_{TB} - P_L = 987 - 787 = 206\text{mW}$$

$$\text{ya que } P_{TB} = P_{TA}$$

b)

de 3)

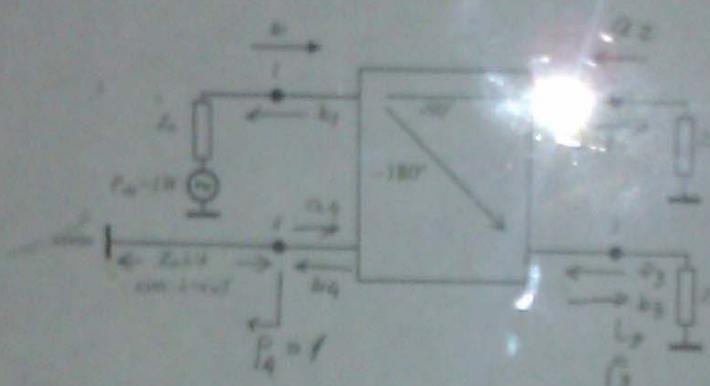
G =  $\frac{1}{2}$

**Ejercicio 2 (30 puntos)**

a) Teniendo en cuenta la numeración indicada en la figura, escribir la matriz  $S$ , a la frecuencia de trabajo  $f$  y referida a la impedancia de diseño  $Z_0=50\Omega$ , del acoplador direccional ideal y sin pérdidas de 3 dB y  $90^\circ$  que aparece en la misma.

b) Suponiendo que el acoplador se carga como se muestra en la figura, calcular la impedancia  $Z_0$  para que la señal incidente en ella sea  $(-2a/3)$ .

c) En estas condiciones, calcular la potencia entregada en el acceso 2 y la reflejada en el 1.



$$|a_1|^2 = P_{d1} \rightarrow a_1 = 1/\sqrt{2}$$

$$a_2 = 0$$

$$a_3 = \beta b_3$$

$$a_4 = P_0 b_4 = b_4$$

$$S = \begin{pmatrix} 0 & -j/\sqrt{2} & -j/\sqrt{2} & 0 \\ -j/\sqrt{2} & 0 & 0 & -1/\sqrt{2} \\ -j/\sqrt{2} & 0 & 0 & -j/\sqrt{2} \\ 0 & -1/\sqrt{2} & -j/\sqrt{2} & 0 \end{pmatrix}$$

$$b = S \cdot A ; \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \beta b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{cases} b_1 = -\beta b_3 / \sqrt{2} \\ b_2 = -j\sqrt{2} - b_4 / \sqrt{2} \\ b_3 = -j\sqrt{2} - j b_4 / \sqrt{2} \\ b_4 = -j \beta b_3 / \sqrt{2} \end{cases}$$

$$\text{de } 3 \text{ y } 4) b_3 = -j\sqrt{2} + j\frac{\beta b_3}{\sqrt{2}} = \frac{-j\sqrt{2}}{\sqrt{2}} - \frac{\beta^2 b_3}{\sqrt{2}} \rightarrow b_3 = \frac{-j\sqrt{2}}{1 + \beta^2} = \frac{-j\sqrt{2}}{1 + (\beta/2)^2} = \frac{-j\sqrt{2}}{1 + 0.04} = \frac{-j\sqrt{2}}{1.04} = -j\frac{\sqrt{2}}{1.04} \rightarrow$$

$$\beta = \frac{2}{\sqrt{2}} = 2 = 0.421 \rightarrow b_3 = 2 \cdot \frac{-j\sqrt{2}}{1.04} = 63.76 - j$$

$$b_4 = -0,921 \cdot \left(-\frac{2}{3}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0,057 \rightarrow P_{ref} = |b_4|^2 = 3,25 \cdot 10^{-3} W$$

$$b_4 = -\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 0,121 \cdot \left(-\frac{2}{3}\right) = +j 0,057 \rightarrow P_4 = |b_4|^2 (1 - |P_4|^2) = 0$$

$$b_2 = \frac{-1}{\sqrt{2}} - j \frac{0,057}{\sqrt{2}} = -j 0,057 \rightarrow P_2 = |b_2|^2 = 0,5586 W$$

$$b_3 = -\frac{2}{3} \rightarrow P_3 = |b_3|^2 (1 - |P_3|^2) = 0,4379 W$$

Se comienza  $\Sigma P_i = 0,99979 W \approx 1 W$