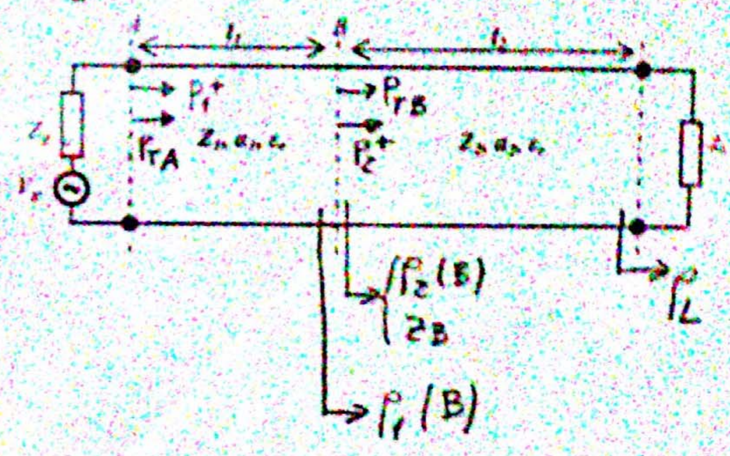
Ejercicio 1 (50 puntos)

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

$Z_1=50\Omega$, $l_1=10cm$, $\alpha_1=0$, $Z_2=25\Omega$, $l_2=15cm$, $\alpha_2=5.10^{-3}np/cm$, $Z_L=75\Omega$, $Vg=20v$, $Z_g=50\Omega$, $f=1GHz$, $\varepsilon_r=1$



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

$$\lambda = c_0/f = 30cm$$

$$l_2 = 15cm = \lambda/2$$

$$\rho_L = \frac{75-25}{75+25} = 0,5 \quad ; \quad \rho_2(B) = \rho_L e^{-2\gamma_2 l_2} = \rho_L e^{-2\alpha_2 l_2} e^{j2\pi} = 0,5 \cdot 0,86 = 0,43$$

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

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

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

$$P_L = P_2^+ e^{-2\alpha_2 l_2}(1-|\rho_L|^2) = 1211 \cdot 0,86 \cdot 0,75 = 781\,mW$$

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

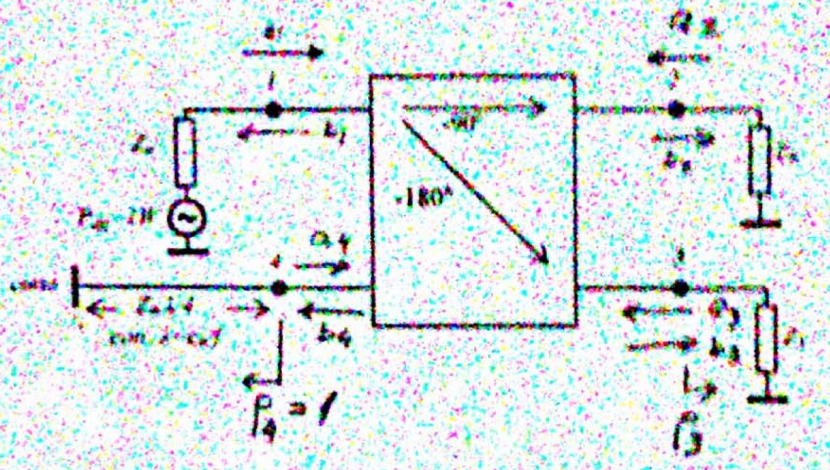
ya que $P_{TB} = P_{TA}$

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 referida a la impedancia de diseño $Z_0=50\Omega$, del acoplador direccional ideal y sin pérdidas de 3 dB y 90° 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 $(-2a_1/3)$.

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



$|a_1|^2 = P_{dg} \rightarrow a_1 = 1\angle 0°$

$a_2 = 0$

$a_3 = \Gamma_3 b_3$

$a_4 = \Gamma_4 b_4 = b_4$

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) $B = S \cdot A$; $$\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} = (S) \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \Gamma_3 b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{cases} b_1 = -\Gamma_3 b_3/\sqrt{2} & 1) \\ b_2 = -j/\sqrt{2} - b_4/\sqrt{2} & 2) \\ b_3 = -1/\sqrt{2} - j b_4/\sqrt{2} & 3) \\ b_4 = -j\Gamma_3 b_3/\sqrt{2} & 4) \end{cases}$$

de 3) y 4) $b_3 = -1/\sqrt{2} + \frac{j}{\sqrt{2}} \frac{j\Gamma_3 b_3}{\sqrt{2}} = \frac{-1}{\sqrt{2}} - \frac{\Gamma_3 b_3}{2} \rightarrow b_3 = \frac{-\sqrt{2}}{2+\Gamma_3} = \frac{-2}{3} \rightarrow$

$\Gamma_3 = \frac{3}{2}\sqrt{2} - 2 = 0{,}121 \rightarrow Z_3 = Z_0 \frac{1+\Gamma_3}{1-\Gamma_3} = 63{,}76\ \Omega$

$i_1 = -0{,}1111\left(-\frac{2}{3}\right)\cdot\frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}057 \to P_1 = |i_1|^2 = 3{,}25\cdot 10^{-3}$ W

$i_4 = -\frac{1}{\sqrt{2}}\cdot 0{,}1111\left(\frac{2}{3}\right) + j\,0{,}057 \to P_4 = |i_4|^2\left(1-|\Gamma_4|^2\right) = 0$

$i_2 = \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{j\,0{,}057}{\sqrt{2}} = -j\,0{,}7474 \to P_2 = |i_2|^2 = 0{,}5586$ W

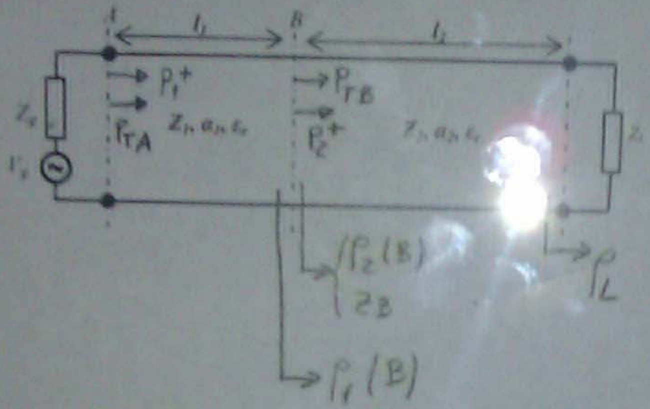
$i_3 = -\frac{2}{3} \to P_3 = |i_3|^2\left(1-|\Gamma_3|^2\right) = 0{,}4379$ W

Se comprueba $\sum P_i = 0{,}99979$ W ≈ 1 W

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 l_2. Datos:

$Z_1=50\Omega$, $l_1=10cm$, $\alpha_1=0$, $Z_2=25\Omega$, $l_2=15cm$, $\alpha_2=5.10^{-3}np/cm$, $Z_L=75\Omega$, $Vg=20v$, $Z_g=50\Omega$, $f=1GHz$, $\varepsilon_r=1$



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

$$\lambda = c_0/f = 30cm$$

$$l_2 = 15cm = \lambda/2$$

$$\rho_L = \frac{75-25}{75+25} = 0,5 \quad ; \quad \rho_2(B) = \rho_L e^{-2\gamma_2 l_2} = \rho_L e^{-2\alpha_2 l_2} e^{j2\pi} = 0,5 \cdot 0,86 = 0,43$$

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

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

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

$$P_L = P_2^+ e^{-2\alpha_2 l_2}(1-|\rho_L|^2) = 1211 \cdot 0,86 \cdot 0,75 = 781\,mW$$

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

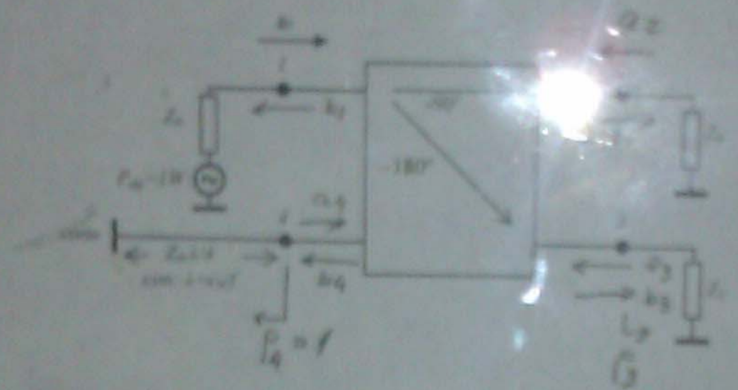
ya que $P_{TB} = P_{TA}$

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 referida a la impedancia de diseño $Z_0=50\Omega$, del acoplador direccional ideal y sin pérdidas de 3 dB y 90° 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 $(-2a_1/3)$.

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



$|a_1|^2 = P_{d/g} \rightarrow a_1 = 1\angle 0°$

$a_2 = 0$

$a_3 = \Gamma_3 b_3$

$a_4 = \Gamma_4 b_4 = b_4$

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) $B = S \cdot A$; $\begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} = (S) \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \Gamma_3 b_3 \\ b_4 \end{pmatrix} \rightarrow$

$b_1 = -\Gamma_3 b_3/\sqrt{2}$ 1)

$b_2 = -j/\sqrt{2} - b_4/\sqrt{2}$ 2)

$b_3 = -1/\sqrt{2} - j b_4/\sqrt{2}$ 3)

$b_4 = -j\Gamma_3 b_3/\sqrt{2}$ 4)

de 3) y 4) $b_3 = -1/\sqrt{2} + \frac{j}{\sqrt{2}} \frac{j\Gamma_3 b_3}{\sqrt{2}} = \frac{-1}{\sqrt{2}} - \frac{\Gamma_3 b_3}{2} \rightarrow b_3 = \frac{-\sqrt{2}}{2+\Gamma_3} = \frac{-2}{3} \rightarrow$

$\Gamma_3 = \frac{3}{2}\sqrt{2} - 2 = 0{,}121 \rightarrow Z_3 = Z_0 \frac{1+\Gamma_3}{1-\Gamma_3} = 63{,}76\ \Omega$

$$b_1 = -0{,}121 \cdot \left(-\frac{2}{3}\right) \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 0{,}057 \rightarrow P_{ref} = |b_1|^2 = 3{,}25 \cdot 10^{-3}\,W$$

$$b_4 = -\frac{j}{\sqrt{2}} \cdot 0{,}121 \cdot \left(\frac{-2}{3}\right) = +j\,0{,}057 \rightarrow P_4 = |b_4|^2\left(1-|\rho_4|^2\right) = 0$$

$$b_2 = \frac{-j}{\sqrt{2}} - j\frac{0{,}057}{\sqrt{2}} = -j\,[illegible]74 \rightarrow P_2 = |b_2|^2 = 0{,}5586\,W$$

$$b_3 = -\frac{2}{3} \rightarrow P_3 = |b_3|^2\left(1-|\Gamma_3|^2\right) = 0{,}4379\,W$$

Se comprueba $\Sigma P_i = 0{,}99979\,W \simeq 1\,W$