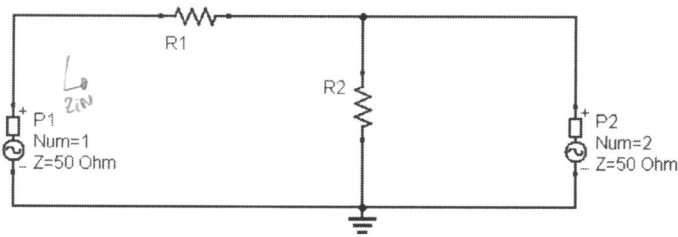


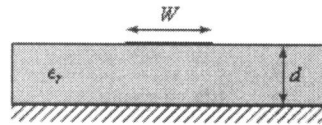
P1 2018.2 Tópicos Especiais em Eng. Elétrica, Prof. Marcelo Perotoni

[1] Calcule o S11 e o S21 do circuito abaixo, considerando inicialmente os valores literais ( $R1$ ,  $R2$  e  $Z0$ ), posteriormente considere  $R1=R2=100 \Omega$ . DICA para S11 lembre que deve ser calculado o  $\Gamma$ , para o S21 parta da expressão  $V_1^+ + V_1^- = IZ_{IN}$ , onde  $I$  é a corrente que entra no circuito em  $R1$  e  $Z_{IN}$  representa a impedância total do circuito. Escreva os termos dessa expressão colocando no lado direito as expressões da corrente contendo  $V_2^-$ , para ao dividir tudo por  $V_1^-$  apareça o termo S21.



[2] (a) Um cabo coaxial de  $50 \Omega$  foi deixado em aberto, compute a impedância de entrada sabendo que ele possui 1 metro e opera na frequência de 100 MHz. (b) Sabe-se que um coaxial em aberto tem um caráter capacitivo, confira sua resposta no item anterior e comente sobre o observado. Trata-se de efetivamente um capacitor? Justifique.

[3] Uma microlinha é projetada para operar usando FR4, cuja constante dielétrica pode ser aproximada por 4.3 e com espessura de 1 mm. A largura da linha possui 2mm, calcule  $Z_0$ . (b) Essa microlinha possui um comprimento de 5 mm, qual a defasagem em graus para a frequência de 10 GHz? Lembre que  $\theta = \beta\sqrt{\epsilon_r}L$  onde  $\beta = 2\pi/\lambda$ .



$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 12d/W}}$$

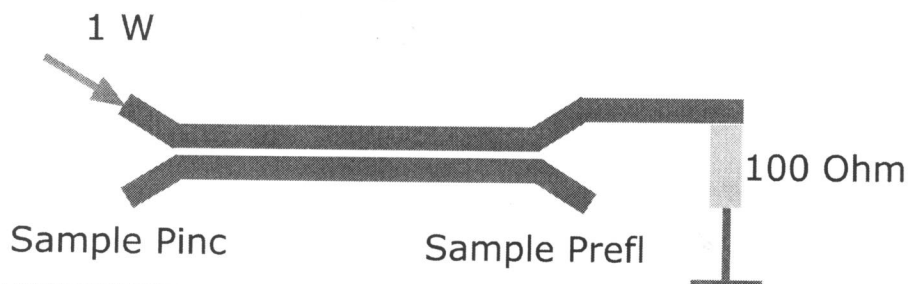
$$Z_0 = \begin{cases} \frac{60}{\sqrt{\epsilon_e}} \ln \left( \frac{8d}{W} + \frac{4d}{W} \right) & \text{for } W/d \leq 1 \\ \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_e} [W/d + 1.393 + 0.667 \ln(W/d + 1.444)]} & \text{for } W/d \geq 1. \end{cases}$$

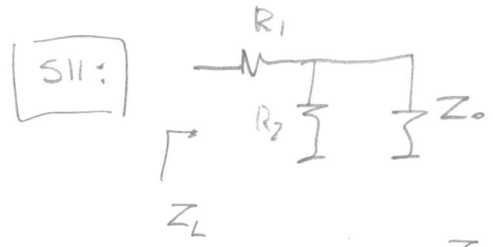
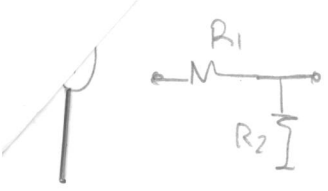
[4] Temos o acoplador direcional planar excitado com 1W, operando com  $50 \Omega$ . Sabendo que a carga possui uma impedância de  $100 \Omega$  estime as potências amostradas nas portas refletida e direta, bem como a potência absorvida na carga. Coloque os resultados em dBm. O acoplador possui um fator de acoplamento de 30 dB.

$$P_{Refl} = P_{inc} |\Gamma|^2$$

$$P_{Load} = P_{inc} (1 - |\Gamma|^2)$$

$$P_{dBm} = 10 \log_{10} (Pot_{Milliwatts})$$



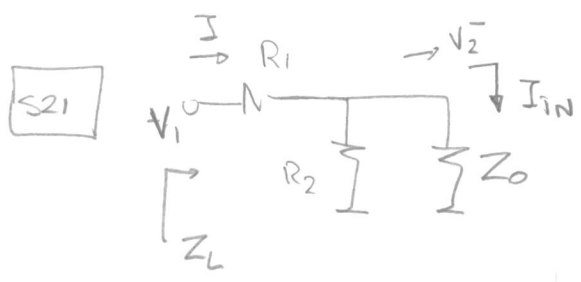


$$S_{11} = \Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

$$Z_L = R_1 + (R_2 \parallel Z_0)$$

$$S_{11} = \frac{R_1 + (R_2 \parallel Z_0) - Z_0}{R_1 + (R_2 \parallel Z_0) + Z_0}$$

$R_1 = 100$   
 $R_2 = 100 \rightarrow S_{11} = \frac{100 + (100 \parallel 50) - 50}{100 + (100 \parallel 50) + 50} = 0.45$



preciso chegar em  $V_1^+ + V_1^- = I Z_L$

$$I = \frac{V_1}{Z_{in}}$$

preciso colocar em  $I_{in}$  e  $V_2^-$

$\frac{I}{\text{corrente}}$

$$Z_{in} = I \frac{R_2}{R_2 + Z_0} \quad \& \quad V_2^- = I_{in} Z_0$$

$$V_1^+ + V_1^- = I Z_L = \frac{R_2 + Z_0}{R_2} I_{in} \cdot Z_L = \frac{R_2 + Z_0}{R_2} \cdot \frac{V_2^-}{Z_0} \cdot Z_L$$

$\div$  ambos lados por  $V_1^+$ :

$$\frac{V_1^+}{V_1^+} + \frac{V_1^-}{V_1^+} = \frac{R_2 + Z_0}{R_2} \frac{V_2^-}{V_1^+} \frac{Z_L}{Z_0} = S_{21} \left[ \frac{R_2 + Z_0}{R_2} \cdot \frac{Z_L}{Z_0} \right]$$

$$1 + S_{11} = S_{21} \left[ \left( 1 + \frac{Z_0}{R_2} \right) \frac{Z_L}{Z_0} \right]$$

com os valores numéricos dos resistores temos;

$$S_{21} = 0.364$$

Coaxial em aberto

$$Z_{IN} = -j Z_0 \cot \beta l$$

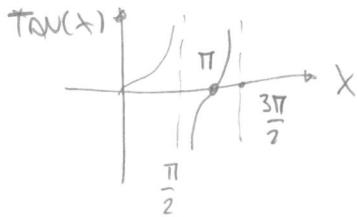
(a)

$$Z_{IN} = -j Z_0 \cot \frac{2\pi \cdot l}{\lambda}$$

$$Z_{IN} = -j \cdot 50 \cot \left[ \frac{2\pi}{\frac{3\lambda}{10}} \cdot 1 \right] = +28.8j$$

(b) Ele é longo! "andou" na carta logo

virou (na ponta) um indutor  $\text{Im}(Z_{IN}) > 0$ !



(3)  $\epsilon_r = 4.3$   $d = 1\text{mm}$   $w = 2\text{mm}$

$$\epsilon_e = \frac{5.3}{2} + \frac{3.3}{2} \frac{1}{\sqrt{1 + 12(1/2)}}$$

(a)

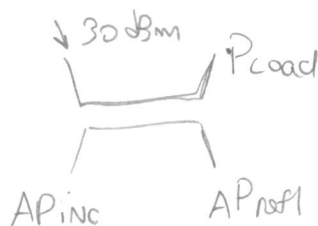
$$\epsilon_e = 3.27$$

$$\frac{w}{d} = \frac{2}{1} > 1 \quad Z_0 = \frac{120\pi}{\sqrt{3.27 \times [2 + 1.393 + 0.667 \ln(2 + 1.444)]}} = 49.3\Omega$$

(b)  $\theta = \beta l = \frac{2\pi}{\lambda} l \sqrt{\epsilon_e} = \frac{2\pi}{\frac{3\lambda}{10}} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{3.27} = 1.89 \text{ rd} = 1.89 \cdot \frac{180}{\pi} = 108^\circ$

(4)  $1\text{W} \rightarrow 1000\text{mW} = 10^3\text{mW}$   
 $P_{dBm} = 10 \log 10^3 = 30\text{dBm}$

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} = \frac{100 - 50}{100 + 50} = \frac{1}{3}$$



$AP_{inc} = -30\text{dB}$  da  
 potencia incidente =  
 $0\text{dBm}$

$$P_{refl} = \Gamma^2 \cdot P_{inc} = 0.1 \times 1\text{W} = 100\text{mW}$$

$$P_{load} = 10 \log 10^2 = 20\text{dBm}$$

$$AP_{refl} = 20\text{dBm} - 30\text{dB} = -10\text{dBm}$$

$$P_{load} = (1 - |\Gamma|^2) P_{inc} = (1 - (0.33)^2) 1\text{W} = 0.891\text{W}$$

$$P_{load} = 10 \log 0.891 \times 10^3 = 29.5\text{dBm}$$