

**TE226 Eletromagnetismo Aplicado à Engenharia Elétrica**  
**Exercícios do Capítulo 7 para resolver em aula**

**Exercício 1.** Calcule a impedância de entrada de uma linha de transmissão com impedância característica  $Z_o$ , constante de propagação  $\beta$ , comprimento  $d$ , sendo terminada na impedância  $Z_L$  para os seguintes casos

a)  $Z_L = 0$  b)  $Z_L = \infty$  c)  $Z_L = Z_o$  d)  $d = 0$  e)  $d = \lambda/4$  f)  $d = \lambda/2$

**Exercício 2.** Projete um trecho de linha de transmissão microstrip com  $Z_o = 27 \Omega$  e  $d = 0,11\lambda$  num substrato FR4 com  $\epsilon_r = 4,5$  e  $h = 0,8$  mm em 2,45 GHz.

**Exercício 3.** Projete uma seção de transformação de impedância utilizando apenas trechos de linhas de transmissão para casar uma carga de impedância  $Z_L = 25 + j16 \Omega$  com uma linha de transmissão de impedância característica  $Z_o = 50 \Omega$ .

**Exercícios propostos do Capítulo 7**

**Exercício 1.** Numa das extremidades de um trecho de linha de transmissão com  $d = \lambda/4$  está conectado um resistor  $R = 100 \Omega$  em paralelo com um capacitor  $C = 10$  pF. a) Qual deve ser o valor da impedância característica  $Z_o$  da linha de transmissão para que a impedância na outra extremidade da linha tenha módulo igual a 1 k $\Omega$  em 1 GHz? b) Se o capacitor for substituído por um trecho de linha de transmissão com impedância característica  $Z'_o = 50 \Omega$  com uma das extremidades em aberto, quanto deve valer o menor comprimento  $d'$  deste trecho, em comprimentos de onda, para que se obtenha o mesmo resultado? c) Se forem adicionados mais dois trechos de linhas de transmissão com  $d = \lambda/4$ , na entrada do circuito, sendo o primeiro a ser adicionado, com impedância característica  $Z_o/10$ , e o segundo, com impedância característica  $Z_o$ , quanto valerá o módulo da impedância de entrada do conjunto?

**Exercício 2.** Um divisor de potência é constituído de dois trechos de linha de transmissão idênticos com  $d = \lambda/4$ , sendo uma das extremidades de cada trecho conectadas em paralelo. Nas extremidades livres são conectadas cargas resistivas de valor  $R$ . Calcule a impedância característica  $Z_o$  das linhas de transmissão, em função de  $R$ , para que a impedância de entrada do divisor (extremidades conectadas em paralelo) seja igual a  $R$ .

**Trabalho.** Projete e desenhe o *layout* de uma seção de transformação de impedâncias contendo apenas linhas de transmissão *microstrip*, para realizar o casamento entre a impedância  $Z_A$  da antena e a linha de transmissão coaxial com  $Z_o = 50 \Omega$  em 2,45 GHz. Deve ser utilizado um substrato FR4 com  $\epsilon_r = 4,5$  e  $h = 0,8$  mm e conectores SMA na borda do substrato tanto para a antena como para a linha de transmissão coaxial e deve ser verificada a condição  $0,2 \text{ mm} < w < d$  para os trechos de linha de transmissão *microstrip*. O trabalho deve conter:

- tela do programa Carta de Smith com o circuito projetado,
- síntese da(s) linha(s) *microstrip* (cálculos de  $w$  e  $\epsilon_{re}$ ),
- *layout* em escala 10:1, sendo a área do substrato correspondente a uma folha A4 nesta escala, indicando os conectores para  $Z_A$  e  $Z_o$ .

$$Z_A = RR + j(-1)^{XX}.XX \quad \text{com} \quad GRR2015RRXX$$

Se  $RR < 10$  então  $RR = 10$