

Exercício 1: Determinar a impedância característica de uma linha de transmissão que possui capacitância de 35 pF/cm e indutância de 0,25 μH/cm.

Solução: A impedância característica é dada por $Z_0 = \sqrt{L/C} = \sqrt{0,25 \times 10^{-6}/35 \times 10^{-12}}$ e $Z_0 = 84,5 \Omega$.

Exercício 2: Uma linha de transmissão exibe as seguintes características: $R = 2 \Omega/m$; $G = 0,5 \text{ mS}/m$; $L = 8 \text{ nH}/m$ e $C = 0,23 \text{ pF}/m$. A frequência de operação é 1 GHz. Calcular a impedância característica e a constante de propagação.

Solução: A impedância característica de uma linha com perdas é $Z_0 = \sqrt{(R + j\omega L)/(G + j\omega C)}$. Temos que $\omega L = 2\pi f = 2\pi \times 10^9 \times 8 \times 10^{-9} = 16\pi$; $\omega C = 2\pi \times 10^9 \times 0,23 \times 10^{-12} = 0,46\pi \times 10^{-3}$ e $Z_0 = \sqrt{(2 + j16\pi)/(0,5 + j0,46\pi \times 10^{-3})}$ e $Z_0 \cong 180 + j26,5 = 182 \angle 8,4^\circ \Omega$. A constante de propagação de uma linha com perdas é dada por $k = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} = \sqrt{(2 + j16\pi)(0,5 + j0,46\pi) 10^{-3}}$ e $k = 0,051 + j0,273 = 0,278 \angle 79,4^\circ \text{ m}^{-1}$.

Exercício 3: Uma linha de transmissão sem perdas com impedância característica $Z_0 = 300 \Omega$ é conectada a uma carga $Z_L = 100 + j50\Omega$. A frequência do sinal é 300 MHz. Calcular a impedância em um ponto distante 12,5 cm da carga.

Solução: A impedância em qualquer ponto da linha é $Z(z) = Z_0 [Z_L + jZ_0 \text{tg}(k_I z)] / [Z_0 + jZ_L \text{tg}(k_I z)]$. Mas, $\lambda \equiv \lambda_0 = v/f = (3 \times 10^{10}) / (300 \times 10^6)$ e $\lambda = 100 \text{ cm}$; $k_I = 2\pi/\lambda$; Na posição $z_1 = 12,5 \text{ cm}$, $k_I z_1 = 2\pi z_1/\lambda = 2\pi \times 12,5/100 = 2\pi/(100/12,5) = 2\pi/8 = \pi/4 \text{ rad}$ e $\text{tg}(k_I z_1) = \text{tg}(\pi/4) = 1$. Portanto, $Z(z) = 300 \times [(100 + j50) + j300(1)] / [300 + j(100 + j50)] = 300 \times (100 + j350) / (250 + j100)$ e $Z(z) = 248,3 + j320,7 \Omega$.

Exercício 4: Uma linha de transmissão sem perdas de impedância característica $Z_0 = 100 \text{ ohms}$ está terminada em impedância de carga $Z_L = 100 - j75 \text{ ohms}$. Em $z = 0$ o fasor tensão é $V_0 = 1,5 - j0,5 \text{ volts}$. (Q1, valor 2,5): Determinar o fasor tensão em $z = -0,45\lambda$, módulo e ângulo de fase em grau.

Solução: O coeficiente de reflexão na carga é $\Gamma = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0)$. A tensão total na linha corresponde às tensões das ondas incidente e refletida,

$V(z) = V^+ [\exp(-j2\pi z/\lambda) + \Gamma \exp(j2\pi z/\lambda)]$. Em $z = 0$, $V^+ = V_0 / (1 + \Gamma)$. Substituindo os valores resulta em $\Gamma = (100 - j75 - 100) / (100 - j75 + 100)$ e $\Gamma = 0,123 - j0,329$; $V^+ = (1,5 - j0,5) / [1 + (0,123 - j0,329)]$ e $V^+ = 1,35 - j0,05 \text{ V}$.

A tensão total é $V(-0,45\lambda) = (1,35 - j0,05) [\exp(-j2\pi(-0,45\lambda)/\lambda) + \Gamma \exp(j2\pi(-0,45\lambda)/\lambda)]$, $V(-0,45\lambda) = -1,487 + j0,739$ e o módulo e a fase são $|V(-0,45\lambda)| = 1,66 \text{ volts}$; $\theta_v = 153,6^\circ$.

Exercício 5: Uma linha de transmissão de 72Ω está ligada a uma carga de 50Ω . Calcular: O módulo do coeficiente de reflexão; a ROE; a porcentagem de potência incidente que é refletida e a porcentagem de potência incidente que é absorvida pela carga.

Solução: O coeficiente de reflexão é dado por $\Gamma_0 = (Z_L - Z_0) / (Z_L + Z_0) = (72 - 50) / (72 + 50)$ e $\Gamma_0 = 0,18$.

A relação de onda estacionária é dada por $ROE = (1 + |\Gamma_L|) / (1 - |\Gamma_L|) = (1 + 0,18) / (1 - 0,18)$ e

$ROE = 1,44$. A relação entre as potências é $P_r/P_i = |\Gamma_L|^2 = 0,18^2$ e $P_r/P_i = 0,0324$. Portanto,

3,24% da potência incidente é refletida. A relação entre a potência média dissipada na carga e a potência incidente é $P_d/P_i = 1 - 0,0324 = 0,968$ ou 96,8%.