



UNIVERSIDAD DISTRITAL FJDC
FACULTAD TECNOLÓGICA
INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES
MEDIOS DE TRANSMISIÓN
"Patrón de Onda Estacionaria"

Prof. Francisco J. Zamora

$$j := i$$

Ejemplo 8.1 (pg 182 Chipman).

Una línea de transmisión con dieléctrico aire y de baja atenuación por longitud de onda, a su frecuencia de operación de 400 MHz, tiene una impedancia característica de $50 + j0$ ohmios y está terminada en una impedancia de $20 - j80$ ohmios. Describa el patrón de onda estacionaria de voltaje sobre la línea.

$$Z_0 := (50 + 0j) \cdot \text{ohm} \quad Z_t := (20 - j80) \cdot \text{ohm} \quad f := 400 \cdot \text{MHz}$$

$$\rho_t := \frac{Z_t - Z_0}{Z_t + Z_0} \quad |\rho_t| = 0.804 \quad \arg(\rho_t) = -1.078 \text{ rad} \quad \arg(\rho_t) = -61.742 \text{ deg} \quad \rho_t = 0.381 - 0.708j$$

La relación de onda estacionaria se calcula como:

$$\text{VSWR}(a) := \frac{1 + |a|}{1 - |a|}$$

$$\text{VSWR}(\rho_t) = 9.191$$

La distancia del n -ésimo mínimo se calcula como:

$$d_{\text{vmin}}(a, n, k) := \frac{1}{4} \left(1 + \arg(a) \cdot \frac{\text{rad}}{\pi \cdot \text{rad}} \right) + k \cdot \frac{n}{2}$$

donde k es más o menos 1. Para este caso:

$$d_{\text{vmin}}(\rho_t, 1, 1) = 0.664 \quad \text{pero el primer mínimo se debe encontrar en } \lambda/2 \text{ antes:}$$

$$d_{\text{vmin}}(\rho_t, 1, 1) - 0.5 = 0.164$$

La longitud de onda en el vacío será:

$$\lambda_0 := \frac{3 \cdot 10^8 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{f} \quad \lambda_0 = 0.75 \text{ m}$$

$$\lambda_0 \cdot (d_{\text{vmin}}(\rho_t, 1, 1) - 0.5) = 0.123 \text{ m}$$

Para graficar el patrón se necesita definir los siguientes parámetros.

$$p := \ln \left(\frac{1}{\sqrt{|\rho_t|}} \right) \quad p = 0.109 \quad q := \frac{-\text{if}[(\arg(\rho_t) < 0), \arg(\rho_t) + 2 \cdot \pi, \arg(\rho_t)]}{2} \quad q = -2.603$$

La gráfica del patrón de onda estacionaria se puede obtener de:

$$|V(d)| := \left| 2 \cdot V_1 \cdot e^{-\gamma \cdot d} \cdot \sqrt{|\rho_t|} \cdot \sqrt{(\sinh(\alpha \cdot d + p))^2 + \cos(\beta \cdot d + q)^2} \right|$$

Generalmente, escogiendo un valor adecuado del fasor de voltaje V_1 , lo que se acostumbra graficar es el factor de forma de la expresión, haciendo que el factor de escala sea 1 entonces:

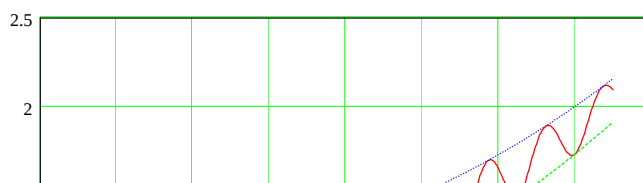
$$|V(d)| \text{ escalizado} := \sqrt{\sinh(\alpha \cdot d + p)^2 + \cos(\beta \cdot d + q)^2}$$

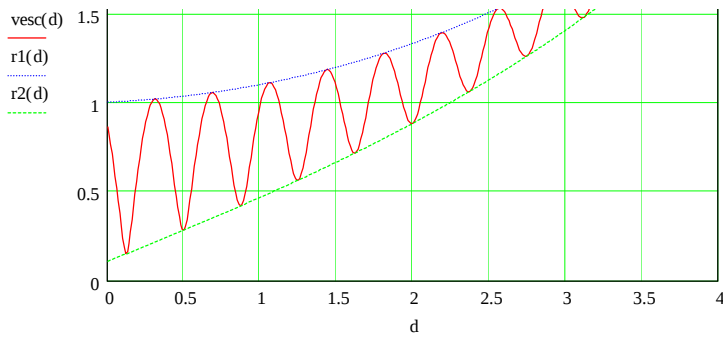
En una línea sin pérdidas, α es igual a cero y β es fácilmente calculable:

$$\beta := \frac{2 \cdot \pi}{\lambda_0} \quad \alpha := \frac{0.345}{\text{m}}$$

$$d := 0 \text{ m}, 0.01 \cdot \text{m} \dots 5 \cdot \lambda_0 \quad \text{vesc}(d) := \sqrt{\sinh(\alpha \cdot d + p)^2 + \cos(\beta \cdot d + q)^2}$$

$$r1(d) := \cosh(\alpha \cdot d + p) \quad r2(d) := \sinh(\alpha \cdot d + p)$$





8.9 Una línea de transmisión con dieléctrico aire opera a una frecuencia de 200 MHz, tiene una impedancia característica de $73 + j0$ ohmios. Está terminada con una resistencia de 30 ohmios en paralelo con una capacitancia de 15 picofaradios. ¿Cuál es la VSWR sobre la línea y qué tan lejos está el voltaje máximo más cercano en el patrón de onda estacionaria, de los terminales de la carga? Suponga pérdidas despreciables.

$$Z_0 := (73 + 0j) \cdot \text{ohm} \quad f := 200 \cdot \text{MHz} \quad R := 30 \cdot \text{ohm} \quad C := 15 \cdot \text{pF} \quad Z_c := \frac{1}{j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

$$\text{par}(R, Z_c) := \frac{R \cdot Z_c}{R + Z_c} \quad R := 10000000000 \cdot \text{ohm} \quad Z_t := \text{par}(R, Z_c)$$

$$Z_t = 22.731 - 12.854j \text{ ohm}$$

$$\rho_t := \frac{Z_t - Z_0}{Z_t + Z_0} \quad |\rho_t| = 0.537 \quad \arg(\rho_t) = -2.758 \text{ rad} \quad \arg(\rho_t) = -158.009 \text{ deg} \quad \rho_t = -0.498 - 0.201j$$

La relación de onda estacionaria se calcula como: $\text{VSWR}(a) := \frac{1 + |a|}{1 - |a|}$

$$\text{VSWR}(\rho_t) = 3.321$$

Para la distancia del primer mínimo: $d_{\text{vmin}}(\rho_t, 1, 1) - 0.5 = 0.031$

La longitud de onda en el vacío será: $\lambda_0 := \frac{3 \cdot 10^8 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{f} \quad \lambda_0 = 1.5 \text{ m}$

$$\lambda_0 \cdot (d_{\text{vmin}}(\rho_t, 1, 1) - 0.5) = 0.046 \text{ m}$$