



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
TITULACIÓN: PASARELA AL GRADO EN INGENIERÍA TELEMÁTICA

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

Examen final: 1 de Julio de 2011

Profesores: Leandro Juan Llácer, Alejandro Álvarez Melcón y Fernando D. Quesada Pereira

Problemas (10.0 puntos)

No se permite tener en la mesa ningún tipo de apuntes ni libros durante el examen. Deje su carné de estudiante o DNI en un lugar bien visible sobre la mesa. *No olvide poner el nombre en todas las hojas.* Tiempo de examen 3 horas.

Problema 1 (3,5 puntos)

Se tiene el circuito en línea de transmisión mostrado en la Figura 1. Se pide (Datos: $Z_L = 50 \Omega$, $Z_g = 100 \Omega$, $f_0 = 15 \text{ GHz}$, $V_g = 3 \text{ V}$):

- 1) (0,5 p.) Encontrar una expresión para la impedancia de entrada de la línea de transmisión en función de su impedancia característica, suponiendo que no hay pérdidas.
- 2) (0,5 p.) Se quiere extraer del generador la máxima potencia posible. ¿Cuanto debe valer la impedancia característica de la línea de transmisión?
- 3) (0,5 p.) Encontrar el coeficiente de onda estacionaria en la línea de transmisión (si no ha podido calcular la impedancia característica de la línea, utilice el valor $Z_c = 70,71 \Omega$).
- 4) (1,0 p.) Calcular la potencia extraída por el generador en estas condiciones. Hallar esta potencia desde el punto de vista circuital y utilizando la teoría de línea de transmisión.
- 5) (1,0 p.) Si la línea tiene una constante de atenuación por unidad de longitud de 36 dB/m, calcular el coeficiente de reflexión a la entrada, y la impedancia de entrada, utilizando la aproximación de bajas pérdidas.

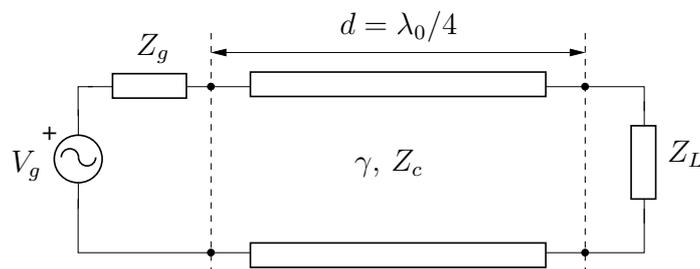


Figura 1:

Problema 2 (3,5 puntos)

El fasor del campo eléctrico de una onda electromagnética que se propaga por un medio de permitividad relativa 4, responden a la siguiente expresión:

$$\vec{E} = (4 \hat{x} + 3 j \hat{y}) e^{-j 10 \pi z} \quad (1)$$

Obtener:



- 1) (0,75 p.) La dirección de propagación, la longitud de onda y la frecuencia.
- 2) (0,50 p.) Las expresiones temporales de los campos eléctrico y magnético.
- 3) (0,50 p.) Tipo y signo de la polarización.
- 4) (1,75 p.) Si la onda incide sobre un conductor perfecto en $z = 0$, repetir los apartados anteriores para la onda reflejada.

Problema 3 (3,0 puntos)

Estudiaremos una onda plana como la representada en la Figura 2 aplicando la formulación transversal-longitudinal respecto del eje z . El campo eléctrico magnético \vec{H} presenta una amplitud de valor H_0 mientras que el campo eléctrico tiene una amplitud E_0 . La onda se propaga en un medio con permitividad $\epsilon = 4\epsilon_0$ y permeabilidad $\mu = \mu_0$. La onda se propaga con un ángulo θ_i respecto del eje z .

- 1) (0,5 p.) Diga qué tipo de polarización presenta la onda respecto del eje z . De acuerdo con esa polarización encuentre la componente E_z o H_z (según corresponda) y el vector de propagación \vec{k}_i de la onda.
- 2) (0,5 p.) A partir de la componente z del campo eléctrico E o magnético H (según sea la polarización), obtenga el resto de componentes empleando para ello las relaciones estudiadas de la formulación transversal-longitudinal. ¿Qué relación existe entre las constantes E_0 y H_0 del campo eléctrico y magnético?
- 3) (0,75 p.) Calcule la impedancia del modo correspondiente, la constante de propagación β según z , y la longitud de onda del modo a una frecuencia de 10 GHz con un ángulo de incidencia $\theta_i = 60^\circ$. ¿Qué sucede si $\theta_i = 0^\circ$? ¿Y si $\theta_i = 90^\circ$? Razone la respuesta.

Considere la guía de placas paralelas de la Figura 3, con $W = 200$ mm, $d = 10$ mm y rellena de un medio ($\epsilon = \epsilon_0, \mu = 9\mu_0$).

- 4) (0,25 puntos) Calcule la impedancia del modo TEM.
- 5) (0,5 puntos) Diga qué modos se propagan a la frecuencia de 14 GHz, y calcule sus frecuencias de corte.
- 6) (0,5 puntos) Calcule la constante de propagación β del modo TE_2 a 14 GHz y su longitud de onda correspondiente λ_g . Repita los cálculos a 8 GHz, ¿Qué sucede en este caso?

Nota: Tenga en cuenta para los cálculos que $\eta_0 = \sqrt{\mu_0/\epsilon_0} = 120\pi$ y que $1/\sqrt{\mu_0\epsilon_0} = c = 3 \cdot 10^8$ (m/s).

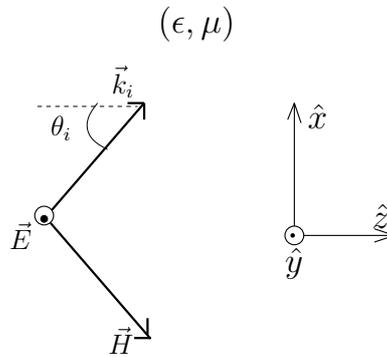


Figura 2: Onda plana propagándose con un ángulo θ_i respecto al eje z .

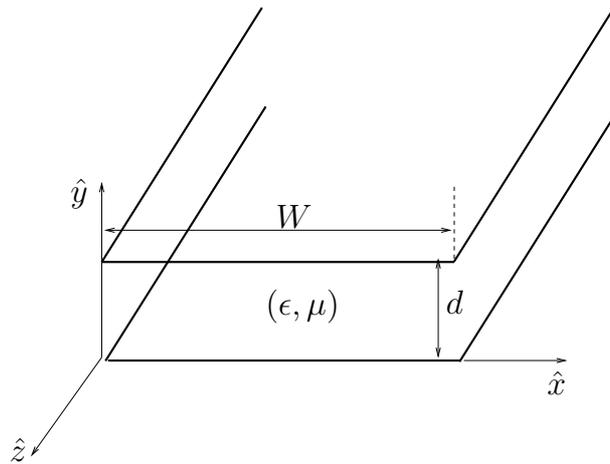


Figura 3: Guía de placas paralelas de dimensiones $W = 200$ mm, $d = 10$ mm y rellena de un medio con parámetros constitutivos $\epsilon = \epsilon_0$ y $\mu = 9\mu_0$.