CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Tema 6

Ondas guiadas (guías conductoras)

P1.- En una guía de ondas de sección cuadrada de lado a se pide:

(a) Las frecuencias de corte de los modos.

(b) Comprobar que existen dos modos dominantes.

(c) Calcular la potencia transmitida por cada uno de ellos.

(d) Calcular la potencia transmitida por la superposición de ambos.

P2.- Se pretende dimensionar una guía rectangular cuyo conductor será el cobre y el dieléctrico interior aire. Los requisitos de diseño son:

1.- $\lambda = 10$ cm.

2.- Que el modo TE_{10} se propague con un factor de seguridad del 30%.

3.- Que la frecuencia de corte del modo más próximo al TE_{10} sea un 30% mayor que la de la onda.

Hallar la atenuación en dicha guía.

Suponga ahora que se sustituye el aire por un material dieléctrico de $\varepsilon_r = 4$. Calcular el incremento de atenuación debido a pérdidas en el cobre, en una guía dimensionada de manera que se cumplan las condiciones anteriores. Calcular la atenuación adicional debida al dieléctrico si $\varepsilon''/\varepsilon' = 0.01$.

Dato: $R_s(Cu) = 2.61\times10^{-7}\sqrt{f}$

P3.- Obtener la banda de utilización de una guía rectangular de plata ($\sigma = 6.17\times10^{7}$ $1/\Omega m$) que tiene dimensiones interiores $a = 0.86$ mm y $b = 0.43$ mm, cuando sólo se propaga el modo dominante.

P4.- En una guía rectangular de lados a y b, $a > b$, calcular los valores de x para los que las amplitudes de H_x y H_z del modo dominante son iguales (polarización circular). Calcular para que frecuencia dicho valor de x es $a/4$.

P5.- Una guía rectangular tiene dimensiones $b = 1.5\,\text{cm}$, $a = 3\,\text{cm}$ y está rellena de un material con $\varepsilon_r = 2.25$ y $\mu_r = 1$.

(a) Calcular la longitud de onda de corte y la frecuencia de corte para los modos TE_{10}, TE_{20} y TM_{11}. Determinar cuáles se propagan a partir de dichos parámetros.

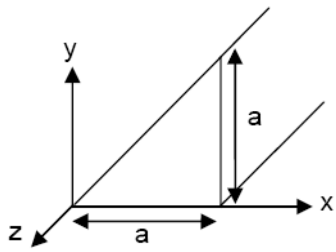
(b) Calcular λ_g y la impedancia característica a 4GHz.

(c) ¿Cuál es la atenuación total a 3GHz si la guía mide 12cm?

(d) ¿Cuál es la atenuación a frecuencias mucho menores que la frecuencia de corte del modo TE_{10}?

P6.- Una onda se propaga en el modo TE_{10} por una guía rectangular rellena de un dieléctrico de $\varepsilon_{r1} = 4$ y de dimensiones $6 \times 3\,\text{cm}$. La frecuencia de la onda es doble de la frecuencia de corte. En un punto determinado, el dieléctrico cambia bruscamente a otro de permitividad ε_{r2}. Hallar el valor de ε_{r2} que provoca una reflexión total de la onda en la superficie de separación de ambos dieléctricos.

P7.- Se dispone de una guía conductora eléctrica perfecta de sección transversal triangular (ver figura) con vacío en su interior.



La componente z de los modos transversales electromagnéticos (TM_{mn}) que se propagan en esta guía viene dada por la siguiente expresión:

$$E_{z,mn} = \sin\left(\frac{m\pi}{a}x\right)\cdot\sin\left(\frac{n\pi}{a}y\right) + C\cdot\sin\left(\frac{n\pi}{a}x\right)\cdot\sin\left(\frac{m\pi}{a}y\right) \quad V/m$$

Determinar el valor de la constante C que garantiza el cumplimiento de la condición de contorno para la componente tangencial del campo eléctrico. **(*Septiembre 2007*)**

P8.- En una guía rectangular de dieléctrico aire y dimensiones $a = 10$ cm y $b = 5$ cm, se transmite una onda TM_{mn}. Se observa que la distancia entre dos ceros consecutivos es de 10cm. Determinar el modo que se propaga si la frecuencia de trabajo es de 4.5GHz.

P9.- Se tiene una guía cuya sección transversal es un cuadrado de lado a. Las dos paredes horizontales son de material conductor perfecto y las verticales de cobre. Calcular la relación entre las atenuaciones de la guía según funcione en el modo TE_{10} o el TE_{01}. Determinar, si existe, la frecuencia para la que ambas atenuaciones son iguales.

P10.- Demostrar para modos TM en guías tanto circulares como rectangulares, que la atenuación debida a las pérdidas en los conductores es mínima cuando $f = \sqrt{3} f_c$.

P11.- Se desea que en una guía de onda circular de radio 2cm se propague el modo TM_{01}.

(a) Razonar si será o no conveniente trabajar a la frecuencia que hace mínima la atenuación.

(b) En caso negativo, hallar la frecuencia de trabajo, sabiendo que ha de quedar entre ella y la frecuencia de corte del modo superior más próximo, un margen de seguridad del 1% de la frecuencia de corte del modo TM_{01}.

(c) Calcular la atenuación, sabiendo que la guía es de cobre.

(d) ¿Puede propagarse algún modo distinto del TM_{01}?

P12.- Deducir la expresión de la potencia máxima que puede transmitir una guía circular, de radio a cm por la que se propaga el modo TE_{11}, en función del campo máximo que puede soportar la guía, indicando en que punto o sección de la guía el campo es máximo.

Calcular dicha potencia para el caso de la guía anterior rellena de aire para $\lambda = 3$ cm de forma que la frecuencia de trabajo quede en la mitad de la banda definida por las frecuencias de corte del modo TE_{11} y su inmediato superior.

Dato: Campo de ruptura: 30.000 V/cm.

P13.- Calcular el radio que deberá tener una guía circular para que la frecuencia de corte del modo dominante coincida con la de la guía rectangular del problema 3.

Comparar el ancho de banda útil, la atenuación mínima en la banda (guía de plata vacía) y la atenuación debida al dieléctrico $\varepsilon = \varepsilon_0\left(1 - 1.5\times10^{-4} j\right)$ con los obtenidos en dicho problema.

P14.- Un cable coaxial tiene radios a y b $(a < b)$. Calcular:

(a) La impedancia característica.

(b) La potencia transmitida.

(c) El valor de la relación b/a que hace máxima la potencia transmitida.

(d) La constante de atenuación debida a los conductores.

(e) El valor de b/a que hace dicha atenuación mínima.

(f) La constante de atenuación debida al dieléctrico cuando la constante dieléctrica de éste es:

$$\varepsilon = \varepsilon_0\left(\varepsilon' - \varepsilon'' j\right) \quad \text{donde} \quad \varepsilon'' << \varepsilon'$$