

TECNOLOGÍAS DE ALTA FRECUENCIA

EJERCICIOS TEMA 1: GUÍAS DE ONDA Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

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

- las frecuencias de corte de los modos.
- Comprobar que existen dos modos dominantes.
- Calcular la potencia transmitida por cada uno de ellos.
- Calcular la potencia transmitida por la superposición de ambos.

Solución: a) $f_c(m, n) = \frac{c}{2a\sqrt{\epsilon_r}} \sqrt{m^2 + n^2}$ b) TE₁₀ y TE₀₁ c) Es idéntica si las amplitudes de los campos son iguales. $P_{TE10} = \frac{|E_0|^2 a^2}{4Z_{TE10}}$ d) $P = 2 P_{TE10}$

2. Una guía rectangular vacía tiene unas dimensiones interiores $a=86$ mm y $b=43$ mm. Calcular:

- La banda de utilización cuando sólo se propone el modo dominante.
- La máxima potencia que puede transmitir el modo dominante dentro de dicha banda (máximo campo admisible 30 V/cm)

Solución: a) 1.75 GHz b) 19.11 W

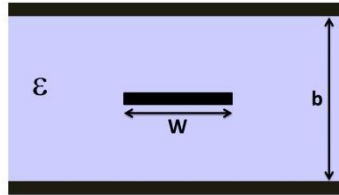
3. Calcular el radio que deberá tener una guía circular vacía para que la frecuencia de corte del modo dominante coincida con la de la guía rectangular del problema anterior. Comparar el ancho de banda monomodo de las dos guías.

Solución: a) 5.05 cm b) BW = 0.78 GHz es inferior al caso anterior

4. Para una guía rectangular de dimensiones $a \times b$, calcular los valores de x para los que las amplitudes de H_x y H_z del modo dominante sean iguales (polarización circular). Calcular para qué frecuencias dicho valor de x es $a/4$.

Solución: a) $x = \frac{a}{\pi} \operatorname{atan}\left(\frac{\pi}{\beta a}\right)$ b) $\sqrt{2} f_c$

5. Considere una estructura stripline como línea de transmisión (ver figura) donde la anchura de la tira es W y la altura entre las placas paralelas es b :



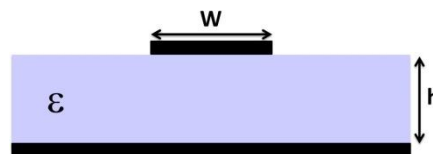
Ordene con relaciones de “menor que” ($<$), y “aproximadamente igual” (\approx) los valores de la impedancia característica de la línea para los casos indicados en la tabla. (Ejemplo: $Z_0^A < Z_0^C \approx Z_0^D < Z_0^B < Z_0^E$). Razone la respuesta.

	A	B	C	D	E
Anchura	W	$2W$	$2W$	W	$3W$
Altura	b	$2b$	b	$2b$	$2b$

Si $Z_0^A = 50\Omega$ con dieléctrico de $\epsilon_r = 4.5$, ¿cuál será la impedancia característica de la misma línea con dieléctrico de $\epsilon_r = 9$?

Solución: $Z_0^C < Z_0^E < Z_0^A \approx Z_0^B < Z_0^D$

6. Considere una estructura microstrip como línea de transmisión (ver figura), donde W denota la anchura de la tira y h la altura del substrato:



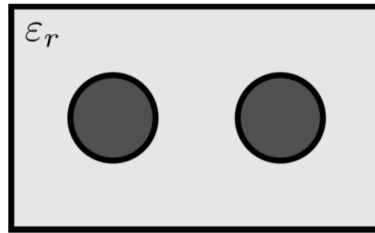
Ordene con relaciones de “menor que” ($<$), y “aproximadamente igual” (\approx) los valores de la velocidad de fase en la línea para los casos indicados en la tabla. (Ejemplo: $v_f^A < v_f^C \approx v_f^D < v_f^B < v_f^E$). Razone la respuesta.

	A	B	C	D	E
Anchura	W	$2W$	$2W$	W	$3W$
Altura	h	$2h$	h	$2h$	$2h$

Si en los casos anteriores se utiliza un substrato de ϵ_r mayor, ¿aumenta o disminuye la velocidad de fase?

Solución: $v_f^C < v_f^E < v_f^A \approx v_f^B < v_f^D$

7. El siguiente diagrama representa la sección transversal de una guía de ondas, donde los trazos negros representan conductor perfecto



- ¿Qué tipos de modos pueden propagarse?
- ¿Cuántos modos TEM están soportados, si hay alguno?
- Para cada uno de ellos, indicar su velocidad de fase.
- Si la permitividad del dieléctrico se duplica ($\epsilon' = 2 \epsilon$), indicar las nuevas velocidades de fase en función de las originales.

Solución: a) TE, TM y TEM b) 2 c) $v_f = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_r}}$ d) $v_f' = \frac{v_f}{\sqrt{2}}$

8. El siguiente diagrama representa la sección transversal de una guía de ondas, donde los trazos negros representan conductor perfecto.

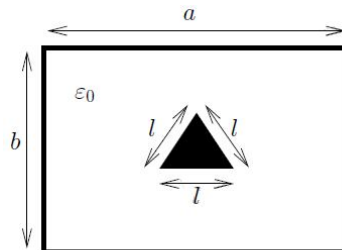


Figura 1

Considere igualmente las secciones transversales de las Figuras 2 y 3, que corresponden a versiones, escalada (factor de escala F) y rellena de dieléctrico, respectivamente, de la mostrada en la Figura 1.

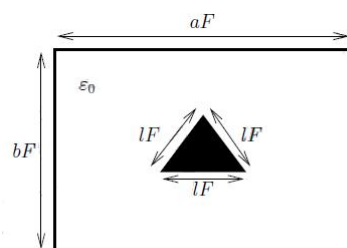


Figura 2

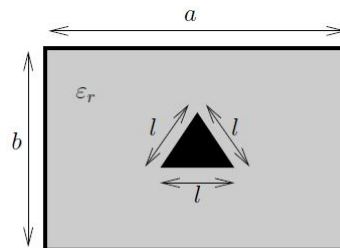


Figura 3

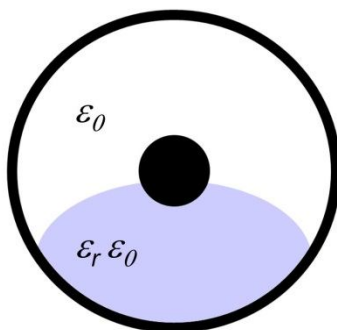
- ¿Qué tipos de modos pueden propagarse?
- Para el primer modo, razone la relación entre las velocidades de fase de dicho modo correspondiente a la estructura de guiado de sección

transversal de la Figura 2 y la mostrada en la Figura 1. Ídem con las impedancias características.

- c) Ídem del apartado anterior, comparando las estructuras correspondientes a la Figura 3 y la Figura 1.

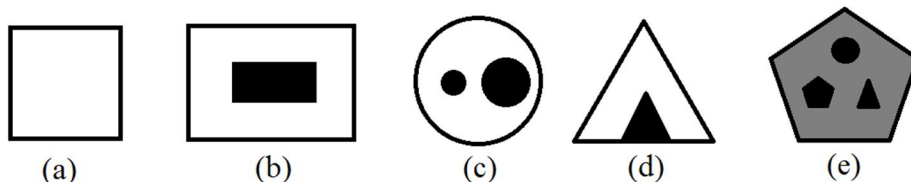
Solución: a) TM, TE y TEM b) $\frac{v_f^2}{v_f^1} = 1$; $\frac{Z_c^2}{Z_c^1} = 1$ c) $\frac{Z_c^3}{Z_c^1} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$

9. El siguiente diagrama representa la sección transversal de una guía de ondas, donde los trazos la sección transversal de una guía de ondas, donde los trazos negros representan conductor perfecto y las zonas grises, dieléctrico. Como puede apreciarse, se trata de una guía coaxial vacía en su mayor parte, con un soporte dieléctrico para el conductor central. Responda razonadamente a las preguntas siguientes:



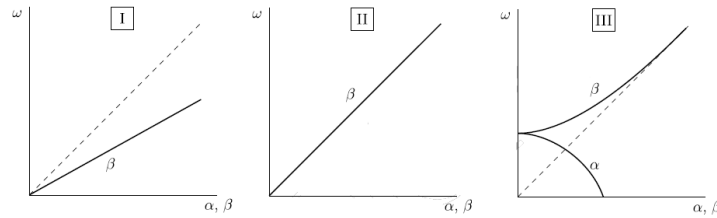
- ¿Qué tipos de modos pueden propagarse?
- Indique dos características del modo fundamental.
- Para el modo fundamental, estime dos cotas, una superior y otra inferior, de la velocidad de fase.
- A la vista del resultado anterior, ¿qué sucede si $\epsilon_r=1.01$?

10. Los esquemas que se muestran a continuación representan las secciones de cinco guías de onda diferentes. Las partes negras son de conductor perfecto y las grises de dieléctrico de permitividad $\epsilon > \epsilon_0$ sin pérdidas mientras que las zonas blancas están vacías.

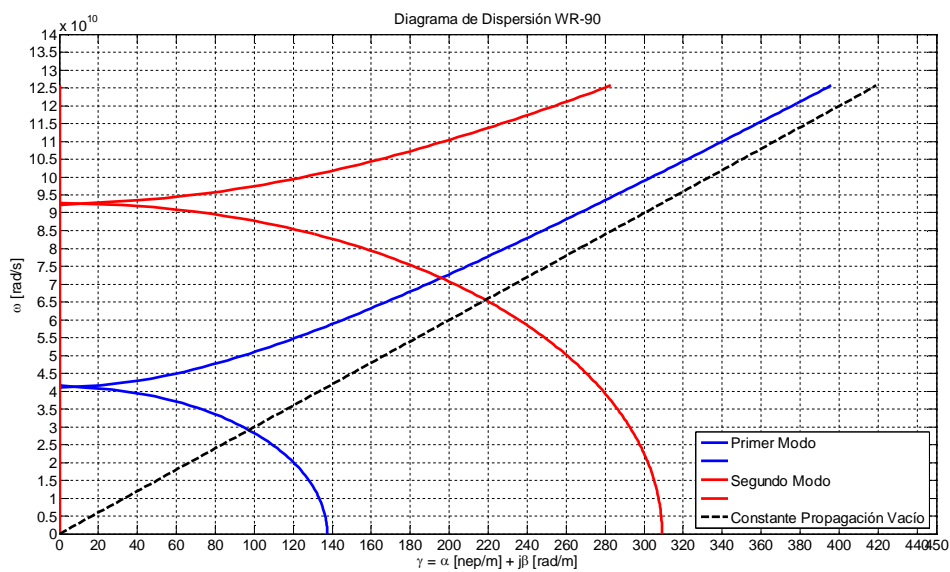


- Responda razonadamente a las siguientes preguntas:
 - Para cada caso, indique razonadamente qué tipos de modos soportan las estructuras. En el caso de que soporten modos TEM indique el número de ellos.

- ii. A continuación se muestran tres diagramas de dispersión. La pendiente de la línea discontinua es la velocidad de la luz en el vacío. Relacione el modo fundamental de cada una de las estructuras de la pregunta anterior con su diagrama de dispersión, justificando en cada caso la respuesta.



- b) Se tiene el siguiente diagrama de dispersión con los dos primeros modos de la guía de onda WR-90 utilizada en el laboratorio.



Se pide calcular de manera aproximada a partir del diagrama:

- Ancho de banda monomodo (propagación del modo fundamental en exclusiva) en GHz.
- Constantes de atenuación y fase del modo fundamental en las frecuencias de 3.18GHz y 11.9GHz.
- Velocidad de fase y de grupo a la frecuencia de 11.9 GHz para el modo fundamental.