



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO



Diego Alvarez Jeria

Tarea 1: ANSYS

EIE320-1 Propagacion de Ondas Electromagneticas



Escuela de Ingeniería Eléctrica
Valparaíso , 22 de junio de 2025

Resumen

Se realizaron simulaciones electromagnéticas de distintos tipos de líneas de transmisión: una guía de ondas rectangular WR90, una línea coaxial y una línea microstrip.

Guía de ondas WR90: Se configuró un barrido de frecuencia de 5 a 15 GHz con una frecuencia de operación de 8 GHz. Se analizaron los cinco primeros modos, destacando el modo dominante TE_{10} , que presenta un campo máximo en el centro y nulos en los bordes debido a las condiciones PEC. Los modos superiores (TE_{20} , TE_{01} y otros) muestran configuraciones de campo más complejas. El gráfico de propagación de los modos evidencia sus respectivas frecuencias de corte, coincidiendo con valores teóricos.

Línea coaxial: Simulada entre 0.45 y 5 GHz, mostró una excelente adaptación de impedancia con un VSWR menor a 1.022. La impedancia característica se mantiene cercana a 53.4 . El campo eléctrico sigue el comportamiento típico del modo TEM, concentrado en el conductor interno y decreciendo hacia el exterior.

Línea microstrip: Simulada entre 8 y 12.5 GHz (banda X), también mostró buena adaptación de impedancia, con valores de VSWR entre 1.054 y 1.077. La impedancia característica se mantiene estable alrededor de 50 . El campo eléctrico presenta el patrón esperado, con líneas concentradas entre el conductor y el plano de masa.

Índice general

Introducción	1
introducción	1
1 Guía de onda rectangular	2
1.1 WR 90	2
1.2 WR 90	3
1.3 WR 90	5
2 Linea Coaxial	6
2.1 Coaxial	6
2.2 Coaxial	7
2.3 Coaxial	7
3 Linea Microstrip	8
3.1 Microstrip	8
3.2 Microstrip	8
3.3 Microstrip	9
Discusión y conclusiones	10

Introducción

El informe tiene como objetivo estudiar y simular tres tipos de líneas de transmisión comúnmente utilizadas en sistemas de microondas: una guía de ondas rectangular WR90, una línea coaxial y una línea microstrip. A través de simulaciones realizadas en HFSS, se busca analizar el comportamiento de estas estructuras bajo diferentes condiciones de operación y frecuencias, evaluando parámetros clave como el campo eléctrico, el diagrama de dispersión, el VSWR y la impedancia característica.

1 Guía de onda rectangular

1.1 WR 90

Se configuró la simulación para una frecuencia entre 5 y 15 GHz. Para una frecuencia de funcionamiento de la guía de 8 GHz. En las siguientes figuras se presentan los cortes horizontal y vertical del campo eléctrico total para una guía WR90 operando a 8 GHz. Se identifica claramente la estructura del modo fundamental TE_{10} , con máxima intensidad en el centro de la cavidad y cancelación en los bordes debido a las condiciones PEC.

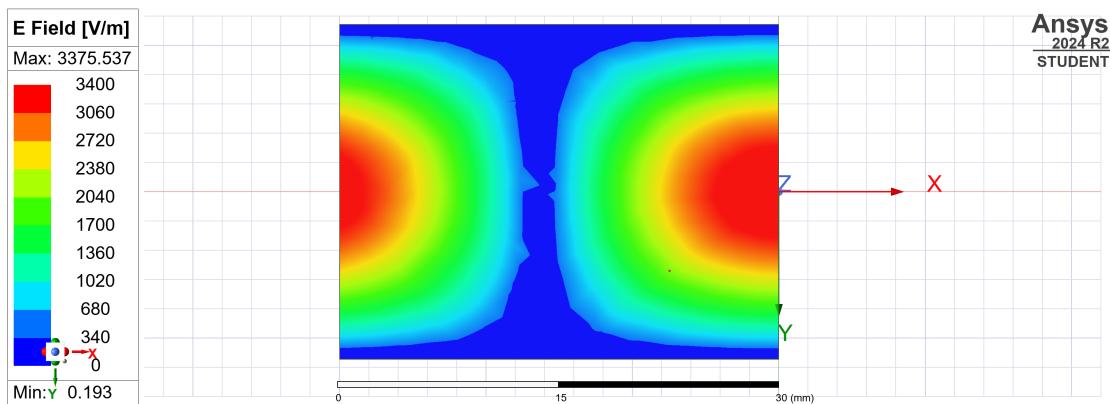


Figura 1.1: Vista horizontal del campo eléctrico.

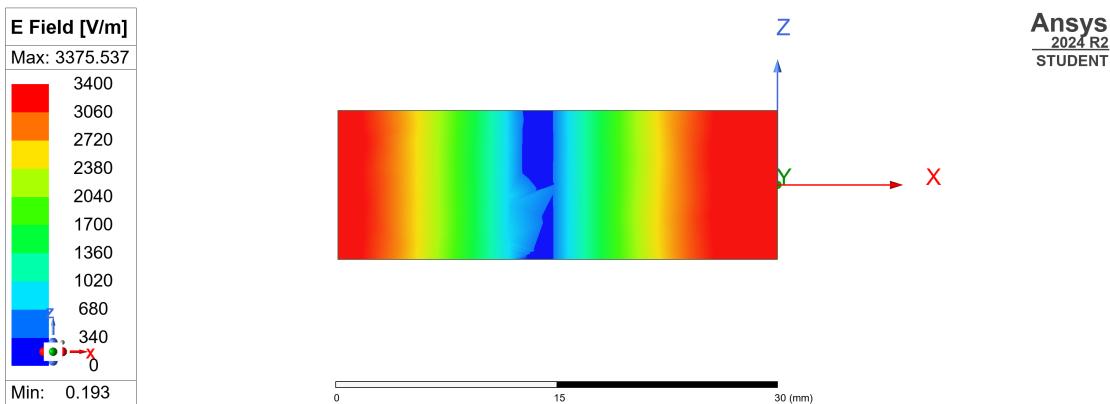


Figura 1.2: Vista vertical del campo eléctrico.

1.2 WR 90

Se obtuvo el campo eléctrico de uno de sus puertos en los 5 modos. El Modo 1 corresponde al modo TE_{10} dominante, caracterizado por un único lóbulo horizontal a lo largo del ancho de la guía de onda, con el campo máximo en el centro y nulos en las paredes laterales. El Modo 2 muestra el modo TE_{20} , mostrando dos lóbulos horizontales distintos con un nulo en el centro. El Modo 3 está asociado con el modo TE_{01} , donde el campo varía verticalmente, exhibiendo un único lóbulo a lo largo de la altura de la guía de onda. Los Modos 4 y 5 representan modos de orden superior, presentan patrones de campo bidimensionales más complejos con variaciones tanto horizontales como verticales.

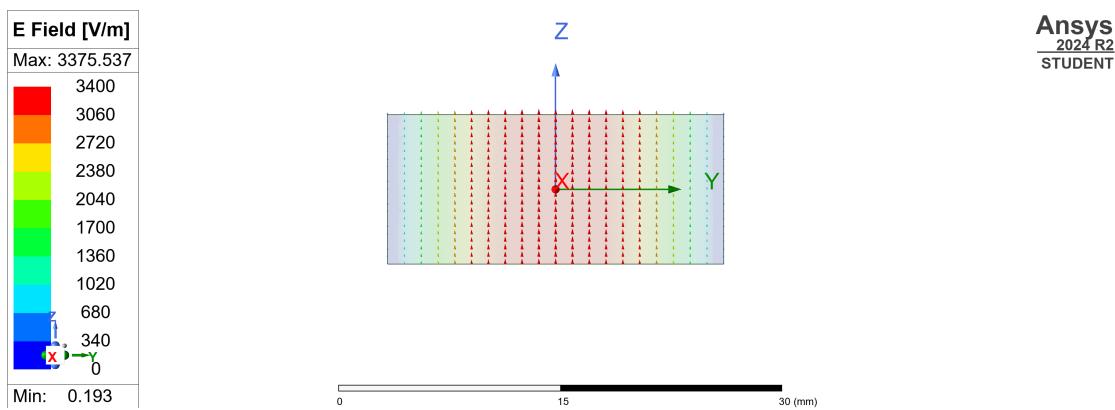


Figura 1.3: Campo eléctrico modo 1.

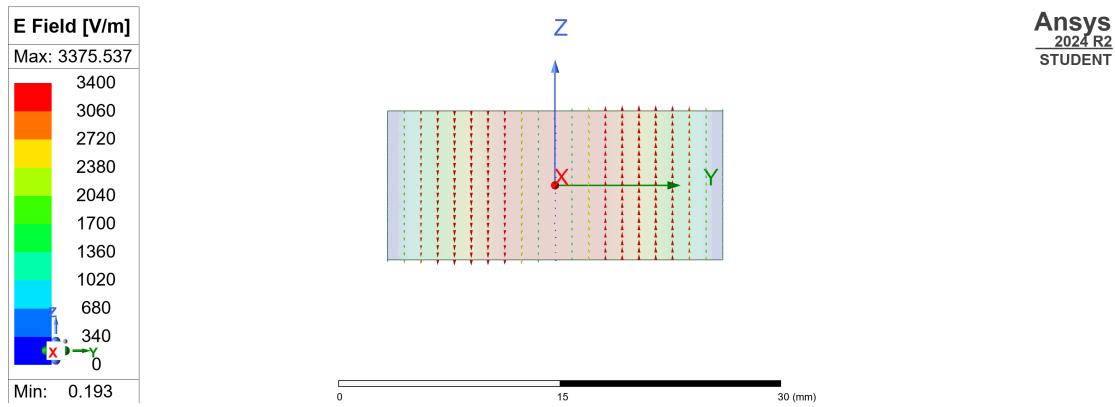


Figura 1.4: Campo eléctrico modo 2.

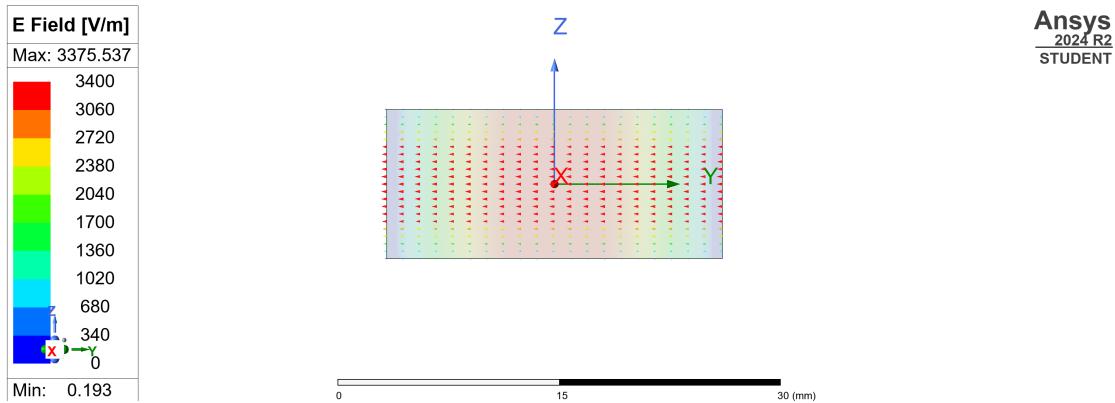


Figura 1.5: Campo eléctrico modo 3.

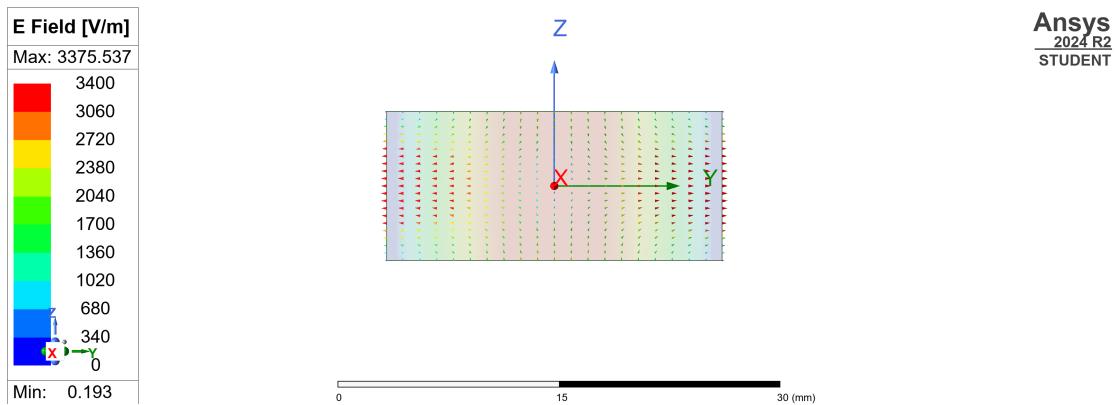


Figura 1.6: Campo eléctrico modo 4.

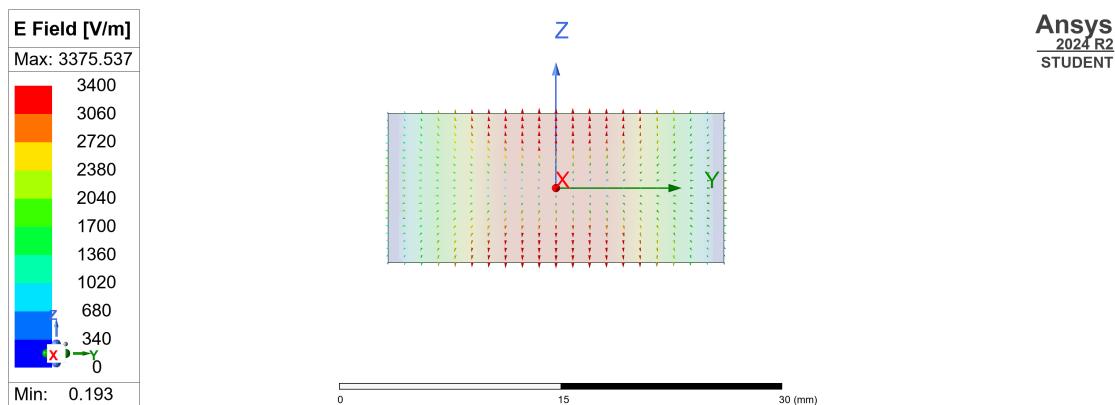


Figura 1.7: Campo eléctrico modo 5.

1.3 WR 90

TE_{10} (rojo): Es el modo dominante de la guía WR90. Comienza a propagarse a partir de su frecuencia de corte, que se observa alrededor de 6.56 GHz, coincidiendo con el valor teórico. A partir de este punto, β crece de forma continua con la frecuencia.

TE_{20} (verde): Aparece a partir de 13 GHz, que corresponde a su frecuencia de corte. Presenta un comportamiento similar al TE_{10} , pero con pendiente menor, indicando mayor atenuación en frecuencias bajas.

TE_{01} (azul): Se activa a partir de 14.8 GHz, en buen acuerdo con el valor teórico de corte. La propagación de este modo es más débil en la banda considerada.

(magenta y celeste): No aparecen dentro del rango visible o sus valores de β son muy pequeños, lo cual indica que están por debajo de su frecuencia de corte dentro de la banda de simulación.

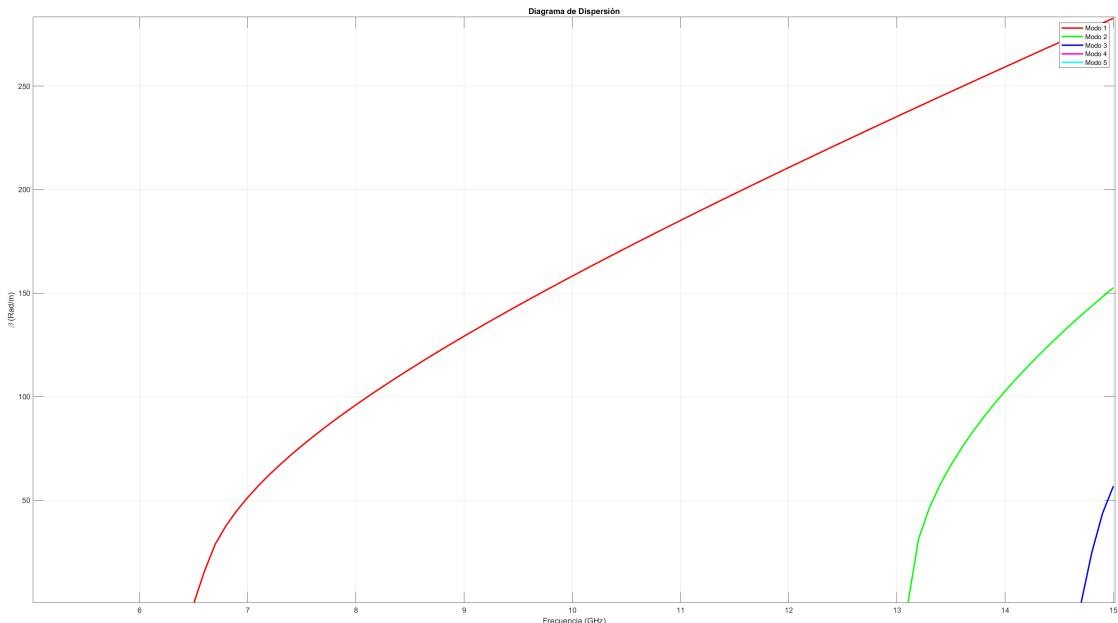


Figura 1.8: Grafico del Gamma para los 5 modos.

2 Linea Coaxial

2.1 Coaxial

La simulación cubre el rango de 0.45 GHz a 5 GHz, como se observa en el eje X del gráfico de VSWR.

SWR(1) y VSWR(2) se mantienen muy cerca de 1 a lo largo del rango de frecuencias, subiendo apenas hasta 1.022 en el peor caso.

Esto indica una excelente adaptación de impedancia, con mínima reflexión, lo cual es ideal. También se realizó la configuración de los puertos, con línea de integración desde el conductor externo al conductor interno.

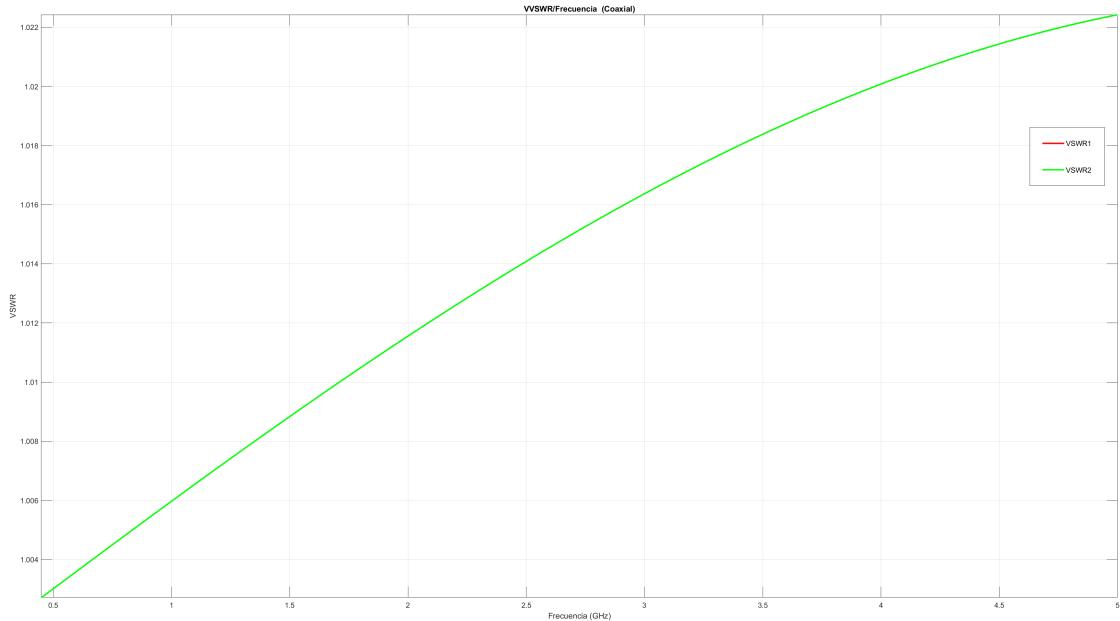


Figura 2.1: VSWR de la linea coaxial.

2.2 Coaxial

El valor de la impedancia real en ambos puertos se puede ver que varía en valores muy pequeños pero en la práctica se mantiene constante en aproximadamente 53.4Ω , a lo largo de toda la banda. No es el valor exacto que se esperaba, pero cumple con lo necesario.

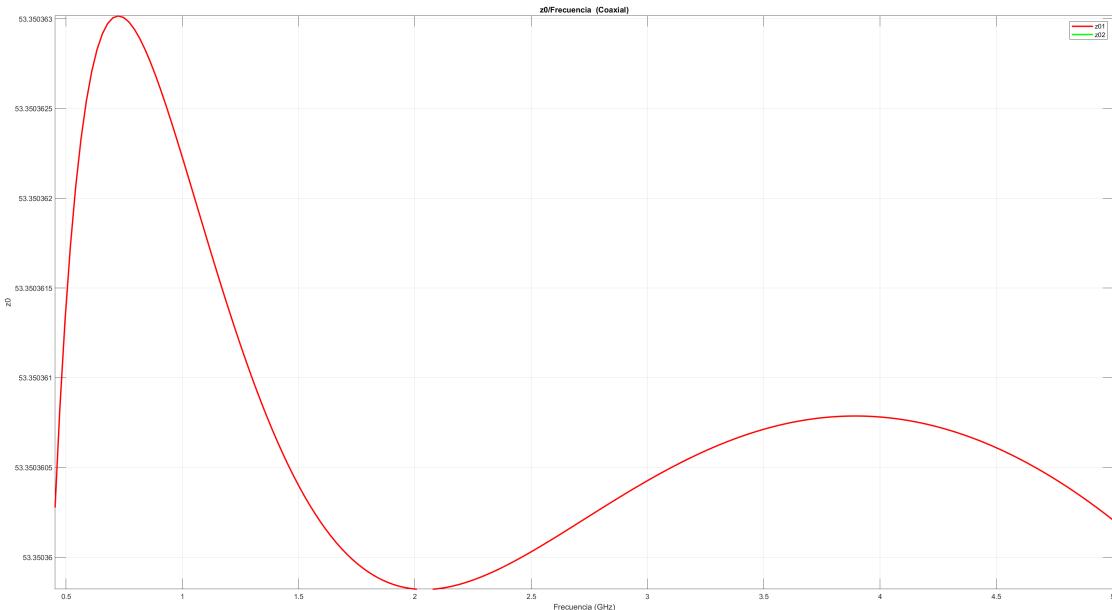


Figura 2.2: Impedancia Zo de la linea coaxial.

2.3 Coaxial

Se observa la distribución del campo E [V/m] en una vista longitudinal de la línea coaxial.

El campo se concentra alrededor del conductor central y decrece hacia el exterior, como se espera en un modo TEM en un coaxial.

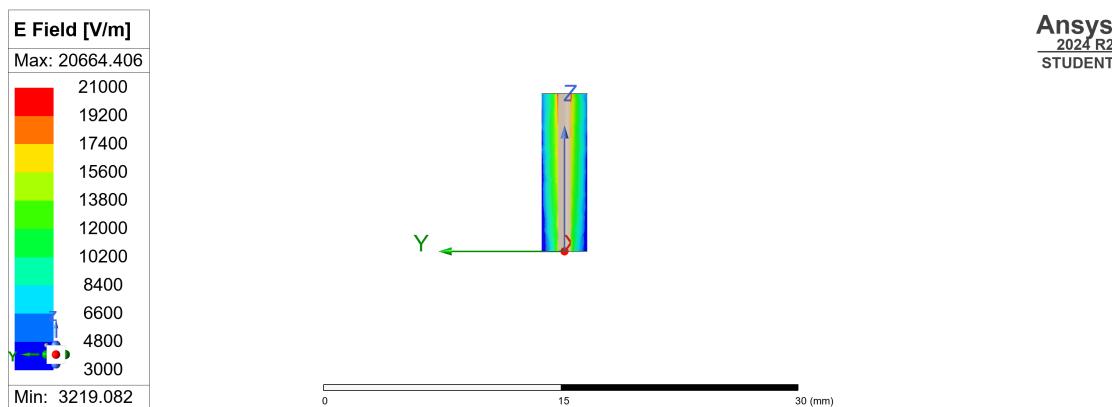


Figura 2.3: Campo electrico a lo largo de la linea.

3 Linea Microstrip

3.1 Microstrip

La gráfica de VSWR muestra un barrido de frecuencia desde 8 GHz hasta 12.5 GHz, lo cual cubre completamente la Banda X (8.2 a 12.4 GHz).

La gráfica de VSWR muestra valores muy cercanos a 1, entre 1.054 y 1.077, lo que indica una excelente adaptación de impedancia.

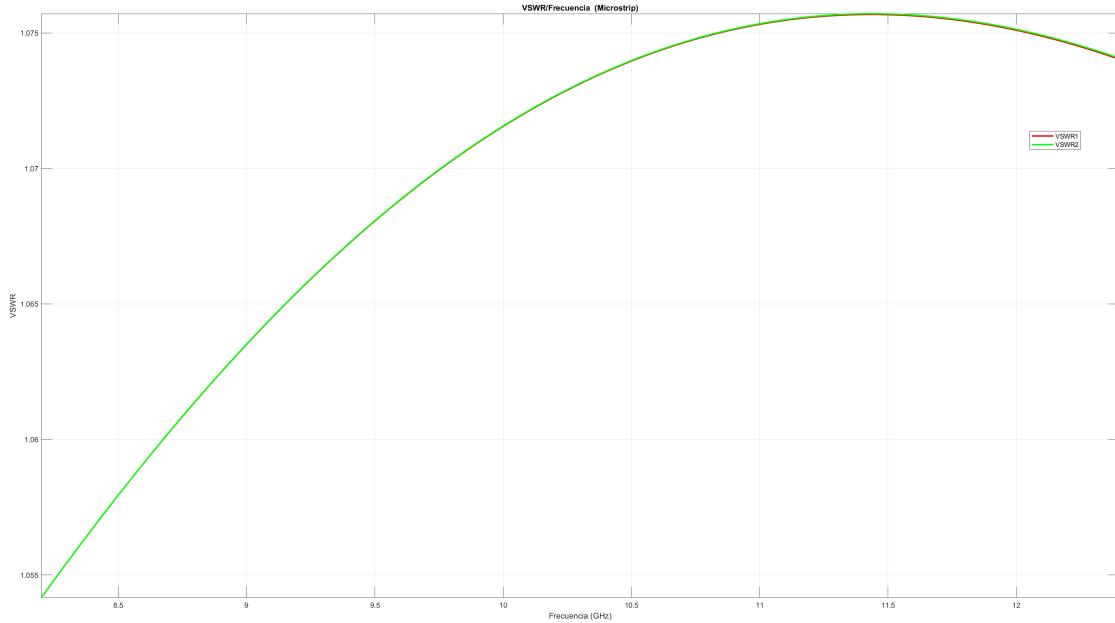


Figura 3.1: VSWR de la linea microstrip.

3.2 Microstrip

En la gráfica se muestra el valor de la impedancia real de puerto (Z_0), y se mantiene constante alrededor de 50Ω en efectos prácticos (líneas casi planas cercanas a ese valor).

Esto confirma que la línea microstrip está diseñada y modelada adecuadamente para operar en esa impedancia característica.

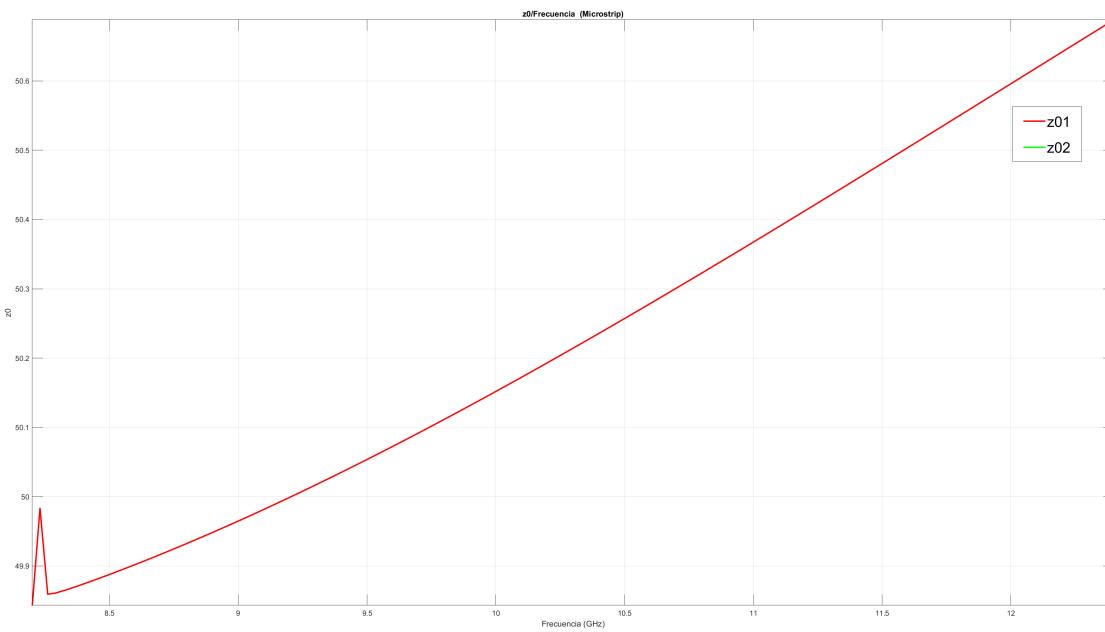


Figura 3.2: Impedancia Zo de la linea microstrip.

3.3 Microstrip

La imagen del campo eléctrico muestra claramente el patrón esperado:

Campo fuerte en la región entre el conductor y el plano de masa.

Las líneas de campo son perpendiculares al conductor y se distribuyen desde la línea hacia el sustrato.

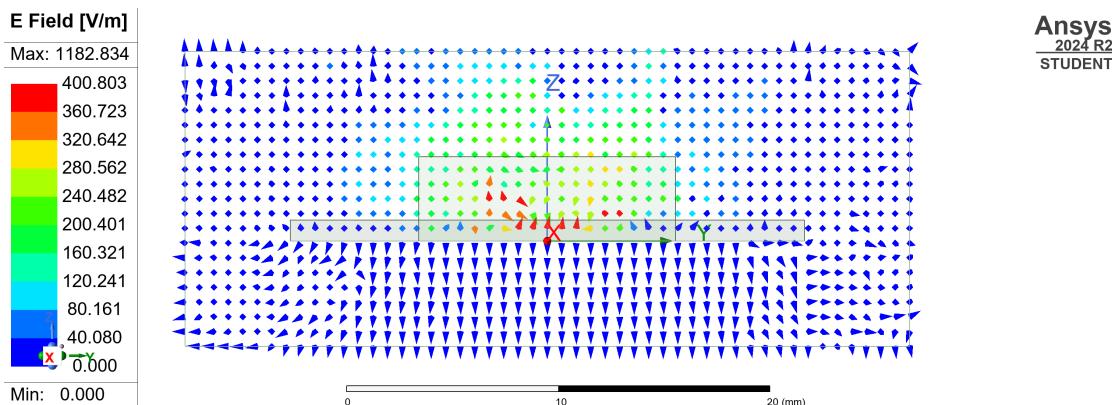


Figura 3.3: Vector de campo electrico en un puerto de la linea microstrip.

Discusión y conclusiones

Las simulaciones realizadas permiten validar el comportamiento teórico esperado para cada tipo de línea de transmisión. En la guía de ondas WR90, se identificaron claramente los modos de propagación y sus frecuencias de corte. En la línea coaxial y la microstrip, se obtuvo una excelente adaptación de impedancia, con baja reflexión y estabilidad de la impedancia característica a lo largo de las bandas simuladas. Además, los patrones de campo eléctrico observados corroboran la correcta configuración de los modos de propagación en cada estructura. Estas simulaciones son fundamentales para garantizar un diseño eficiente en sistemas de RF y microondas.