

WILKINSON POWER DIVIDER SIMULATION

Hanan Ronaldo Quispe Condori

Resumen—El divisor de potencia de Wilkinson es un dispositivo pasivo con todos sus puertos emparejados, no tiene pérdidas cuando el puerto de entrada se excita y los puertos de salida están aislados, esta simulación implementará un divisor de potencia para el rango de frecuencias de 0 a 2GHz.

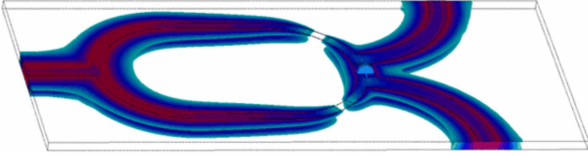


Figura 1. E-field phase animation of a Wilkinson power divider.

I. PROBLEMA

La división de una señal de entrada en señales de salida equiamplitud y equifase se logra con un divisor tipo T o un divisor resistivo, pero estos presentan la limitación de tan solo poseer un número par de salidas, por ejemplo en caso se necesitaran usar 9 salidas, un divisor de 16 salidas tendría que ser utilizado, esto produciría disipación de potencia innecesaria, el divisor de potencia de Wilkinson soluciona este problema [1].

II. FUNDAMENTO TEÓRICO

Los divisores de potencia son caracterizados por matrices de dispersión que nos dicen cuál será el comportamiento de dicho divisor, esta matriz es cuadrada cuyo orden dependerá del número de puertos utilizados en nuestro caso será de orden 3, además de ello si se analizan sus propiedades podremos saber si esta pertenece a un acoplador, divisor de potencia y las características de los puertos de estas [2]. El divisor de potencia de Wilkinson es un dispositivo en el que todos los puertos están emparejados, aunque sea un dispositivo de N puertos, normalmente lo encontramos como un divisor de 2 vías (3 puertos), no tiene pérdidas cuando se excita el puerto de entrada y los puertos de salida se mantienen aislados.

$$[S] = \begin{pmatrix} S_{11} & S_{12} & S_{13} \\ S_{21} & S_{22} & S_{23} \\ S_{31} & S_{32} & S_{33} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Scattering matrix 1.

Para analizar totalmente esta estructura realizaremos un análisis de modo par-impar, para dicho análisis partiremos el divisor de potencia como se muestra en la figura 2.

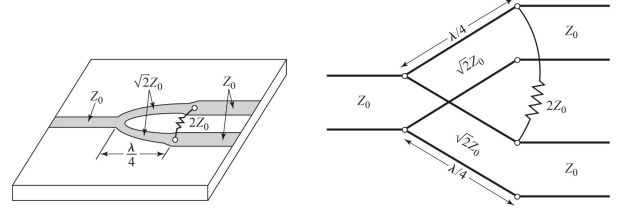


Figura 2. División del divisor de potencia de Wilkinson

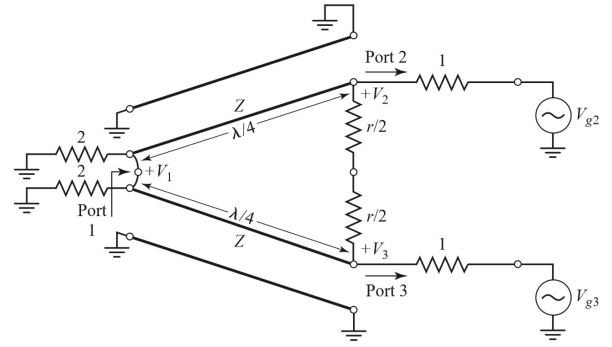


Figura 3. Diagrama Esquemático del divisor de potencia de Wilkinson.

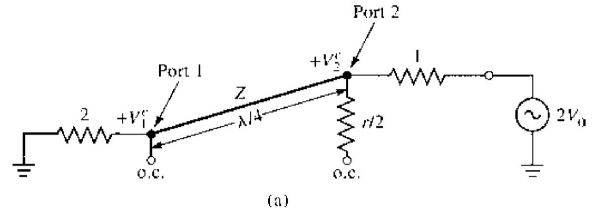


Figura 4. Analisis Par-Impar.

Posteriormente como resultado de este análisis tendremos los siguientes parámetros de dispersión.

$$\begin{aligned} S_{11} &= 0 \\ S_{22} &= S_{33} = 0 \\ S_{12} &= S_{21} = -\frac{j}{\sqrt{2}} \\ S_{13} &= S_{31} = -\frac{j}{\sqrt{2}} \\ S_{23} &= S_{32} = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

La matriz de dispersión del modelo que se simulará es la siguiente

$$\begin{pmatrix} 0 & -\frac{j}{\sqrt{2}} & -\frac{j}{\sqrt{2}} \\ -\frac{j}{\sqrt{2}} & 0 & 0 \\ -\frac{j}{\sqrt{2}} & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

III. EL MODELO

Se utilizará CST Studio Suite para el modelamiento de este divisor, los parametros a utilizar en la simulación estan dados en el cuadro I [3].

Cuadro I
TABLA DE PARAMETROS

Parametro	Valor	Descripción
h	1.2 mm	Grosor del Substrato
eps_r	4.3	Permitividad del Substrato
t	0.035 mm	Espesor de metalización
W50	2.35 mm	50 Ohms (Z0) Anchura de linea
W70	1.23 mm	70.71 Ohms ($Z0\sqrt{2}$)
l70	42.54 mm	Longitud de Lambda / 4 del ancho de línea $Z0\sqrt{2}$

Procederemos a abrir CST Studio Suite, usaremos la plantilla de Planar Coupler and Divider, en modo time domain solver y configuraremos los monitores de campo eléctrico, magnético y flujo de potencia, que usaremos para visualizar los resultados de la simulación. Seguidamente ingresaremos los parametros de la tabla I como se muestra en la figura.

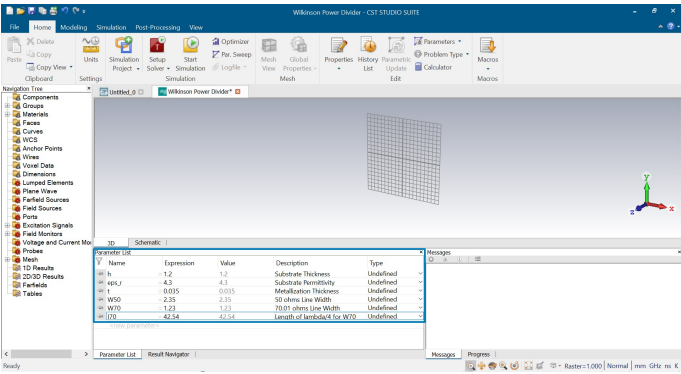


Figura 5. Ingreso de Parametros de Simulación.

Una vez los parametros esten ingresados podremos usar sus valores usando sus nombres en cualquier momento de la simulación. Usaremos los parametros para empezar a construir el divisor de potencia, utilizaremos las herramientas para modelado 3D y las transformaciones disponibles para lograr la geometria deseada, se muestran imagenes de este proceso.

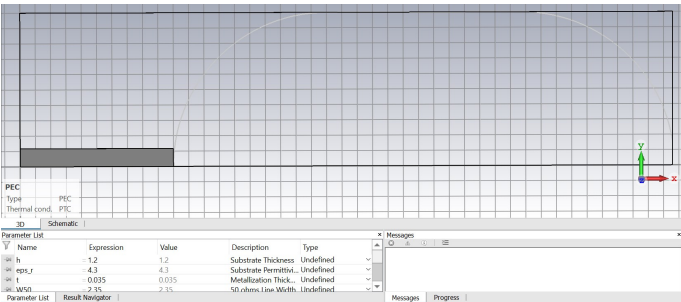


Figura 6. Construcción del conductor de cobre.

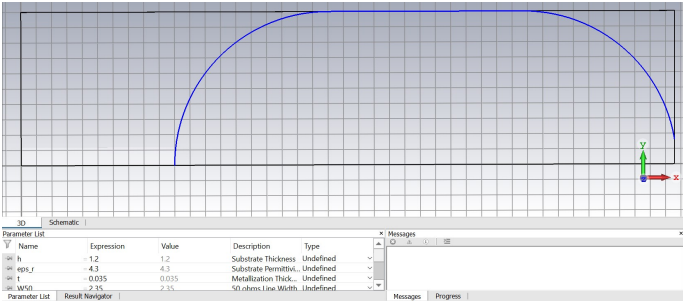


Figura 7. Construcción del conductor de cobre.

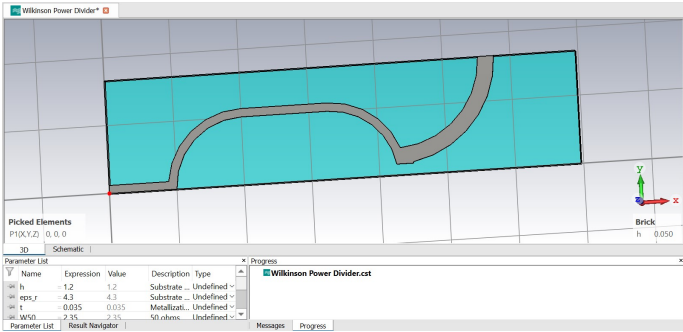


Figura 8. Construcción de primera mitad con el substrato incluido.

Se aprovechará la simetria del modelo para su construcción, gracias a esto, solo será necesario construir una mitad del divisor y aplicar la transformación del espejo para construir la otra mitad. La línea de entrada es de 50 Ohms.

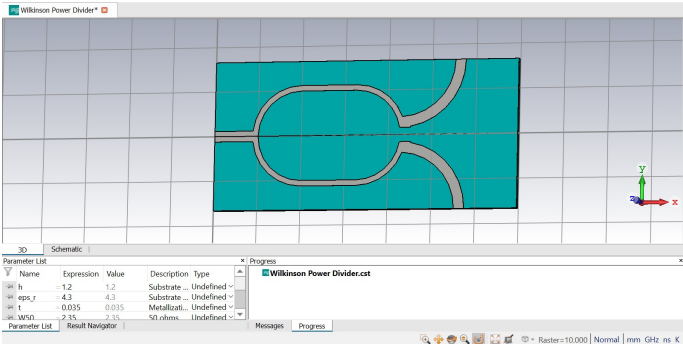


Figura 9. Uso de la Transformación espejo.

Se incluirá una resistencia SMD de 100 Ohms entre las ramas del divisor, esto se muestra en la figura 10.

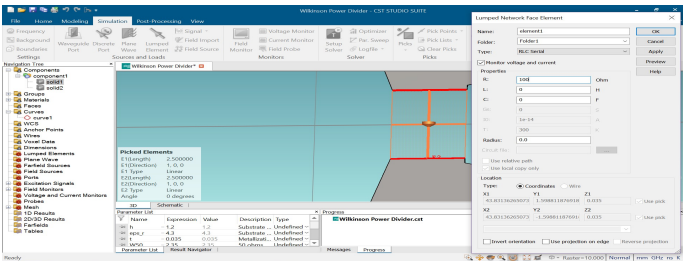


Figura 10. Inclusion del componente SMD.

Se configurarán los puertos del divisor, esto se muestra en la figura 11.

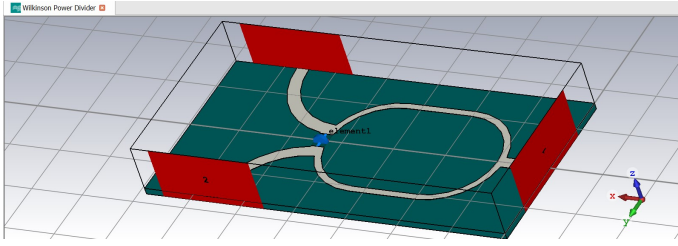


Figura 11. Modelo terminado.

Finalmente configuraremos los parametros del solver en el dominio del tiempo para ejecutar la simulación.

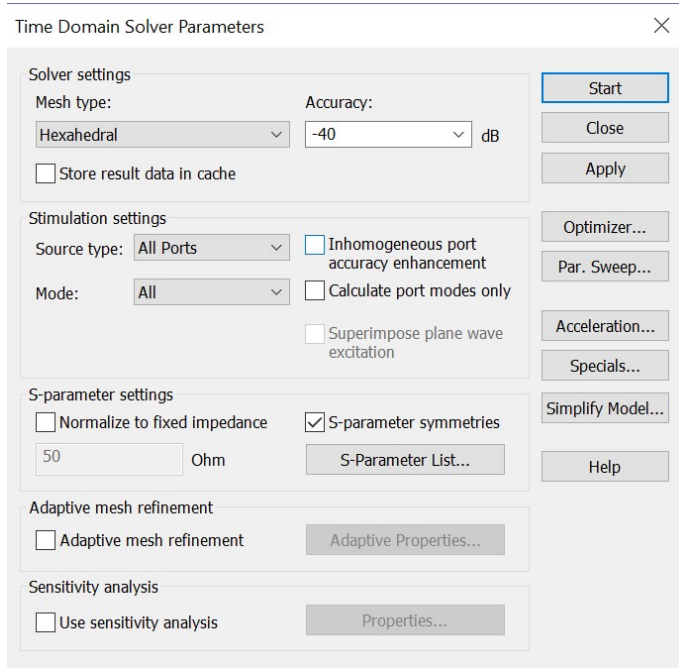


Figura 12. Parametros de Simulación.

Podremos visualizar el campo eléctrico y el campo magnético en el divisor para distintas fases pudiendo incluso mostrar una animación de esta variando, así como una variedad de gráficos que proporcionan información relevante acerca del divisor.

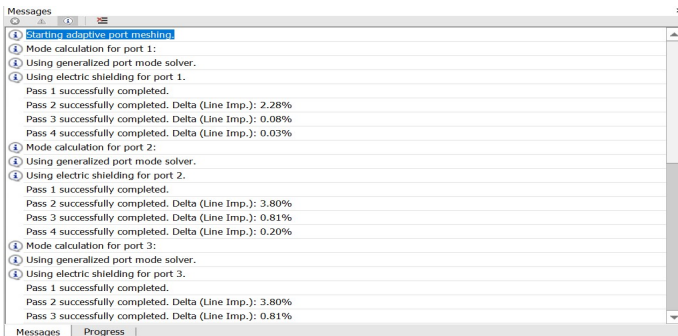


Figura 13. Mensaje de Consola de Simulación.

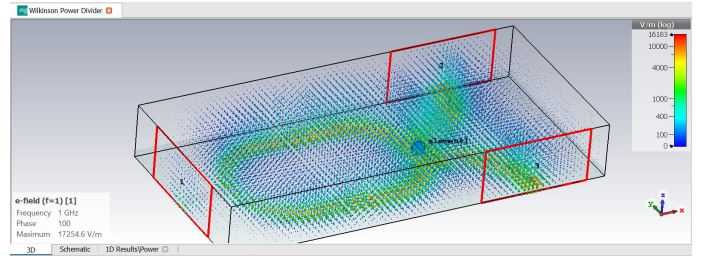


Figura 14. Vista de Campo Eléctrico.

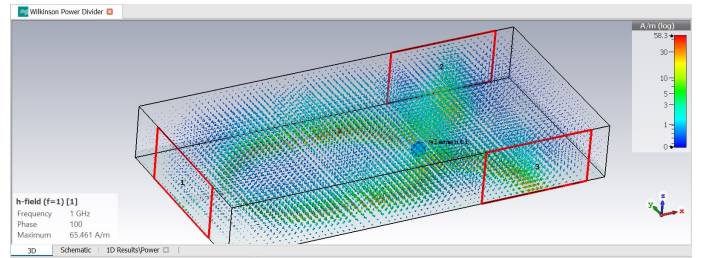


Figura 15. Vista de Campo Magnético.

IV. CONCLUSIONES

Podemos concluir que en el caso de los puertos 2 y 3 del divisor sean excitados simultáneamente, la matriz de dispersión nos indica que la red es recíproca, esto quiere decir que este divisor puede ser usado también como combinador de potencia, las señales de entrada se combinarían dando una resultante en el puerto 1 [1].

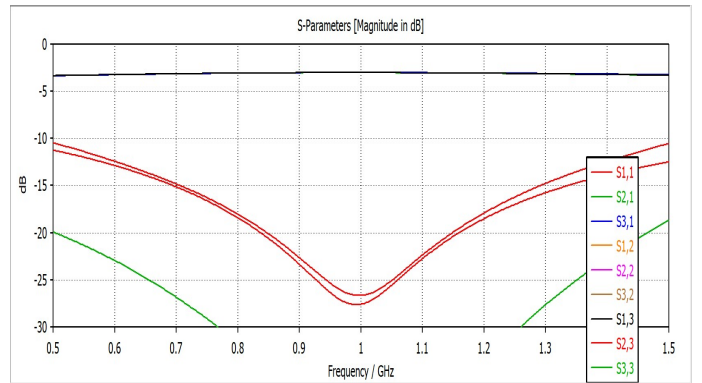


Figura 16. S Parameters.

Podemos ver en las curvas de los parametros de dispersión las características de la matriz dada en el fundamento teórico, los parametros

$$S_{31}, S_{21}$$

que al ser iguales nos dicen que una división igual de potencia fue alcanzada. También se puede apreciar que los terminales de salida están aislados esto se puede ver en la gráfica de los parametros

$$S_{31}, S_{21}$$

En la realización de esta simulación, se ha podido observar el fenómeno de división de potencia de este divisor, se

entendieron conceptos los conceptos de matriz de dispersión, análisis par-impar, así como también, el uso a un nivel básico de la herramienta de simulación CST Studio Suite.

REFERENCIAS

- [1] E. J. Wilkinson, "An n-way hybrid power divider," *IRE Transactions on microwave theory and techniques*, vol. 8, no. 1, pp. 116–118, 1960.
- [2] D. M. Pozar, "Microwave engineering," 2012.
- [3] D. Systemes, "Wilkinson power divider simulation self-guided learning," url <https://www.3ds.com/products-services/simulia/resources/wilkinson-power-divider/>, 2018.