LABORATORIO DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

PRÁCTICA N°11

1. TEMA

LÍNEA DE TRANSMISIÓN MICROSTRIP

2. OBJETIVOS

2.1. Distinguir las propiedades y características de una línea de transmisión Microstrip
2.2. Diseñar de forma analítica una línea de transmisión microstrip.
2.3. Usar LineCalc de ADS para diseñar una línea de transmisión microstrip.
2.4. Simular en ADS la línea de transmisión y observar su respuesta en frecuencia.
2.5. Diseñar redes de adaptación con líneas microstrip.

3. MARCO TEÓRICO

Las líneas de transmisión microstrip son las más usadas en la actualidad especialmente en circuitos integrados, son fáciles de fabricar con técnicas fotolitográficas. Este tipo de líneas son tiras conductoras que están sobre un sustrato dieléctrico que se emplaza sobre un plano se masa.

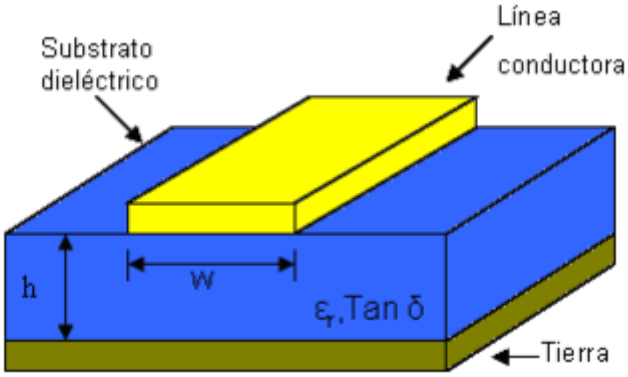

Fig1. Geometría de una línea microstrip [1].

Al ser una línea abierta permite que se puedan integrar otros elementos como: condensadores, diodos, transistores, aunque por esta misma característica presenta el problema de fugas, hay pérdidas de radiación y cuando la potencia se propaga parte por el aire y parte por el dieléctrico las velocidades de fase son distintas, con lo que se genera dispersión. Para mitigar estos efectos se cubre la placa con una tapa metálica, a cierta distancia del sustrato. El modo fundamental es cuasi-TEM, porque cuando la permitividad relativa del sustrato es alta se aproxima a la onda propagada como TEM, en otras palabras, mientras la permitividad relativa sea más grande las líneas de campo se concentran dentro del sustrato [2].

Las expresiones aproximadas que describen el desempeño de una línea microstrip se describen a continuación:

$$\varepsilon_{\text{eff}} \cong \frac{\varepsilon_{\text{r}}+1}{2} + \frac{\varepsilon_{\text{r}}-1}{2}\left(1+12\frac{h}{W}\right)^{-1/2} \qquad \text{(Ec. 3.1)}$$

$$Z_c \begin{cases} \dfrac{60}{\sqrt{\varepsilon_{\text{eff}}}}\ln\left(\dfrac{8h}{W}+\dfrac{W}{4h}\right) & \dfrac{W}{h} \leq 1 \\ \dfrac{120\pi}{\sqrt{\varepsilon_{\text{eff}}}}\left[\dfrac{W}{h}+1{,}393+0{,}667\ln\left(\dfrac{W}{h}+1{,}444\right)\right]^{-1} & \dfrac{W}{h} \geq 1 \end{cases} \qquad \text{(Ec. 3.2)}$$

Estas expresiones proveen un error relativo menor al 1%, es decir una gran precisión [3]. Como condiciones de diseño si se tiene como datos conocidos el valor de la impedancia característica Z_c, ε_{r} y h es posible encontrar el valor del cociente W/h con las siguientes ecuaciones:

$$\frac{W}{h} \begin{cases} \dfrac{8e^{A}}{e^{2A}-2} & \dfrac{W}{h} \leq 2 \\ \dfrac{2}{\pi}\left[B-1-\ln(2B-1)+\dfrac{\varepsilon_{\text{r}}-1}{2\varepsilon_{\text{r}}}\left\{\ln(B-1)+0{,}39-\dfrac{0{,}61}{\varepsilon_{\text{r}}}\right\}\right] & \dfrac{W}{h} \geq 2 \end{cases} \qquad \text{(Ec. 3.3}$$

Para el diseño se asume una de las dos condiciones, si no se cumple se tomará la condición restante.

A y *B* se definen de la siguiente manera:

$$A = \frac{Z_c}{60}\sqrt{\frac{\varepsilon_{\text{r}}+1}{2}} + \frac{\varepsilon_{\text{r}}-1}{\varepsilon_{\text{r}}+1}\left(0{,}23+\frac{0{,}11}{\varepsilon_{\text{r}}}\right) \qquad \text{(Ec. 3.4)}$$

$$B = \frac{377\pi}{2Z_c\sqrt{\varepsilon_{\text{r}}}} \qquad \text{(Ec. 3.5)}$$

LineCalc.

Es una de las múltiples herramientas que posee ADS, ésta permite calcular para un sustrato específico a una frecuencia determinada el largo y ancho de la línea que se desea construir, tomando en cuenta la impedancia y el desfase que se desee.

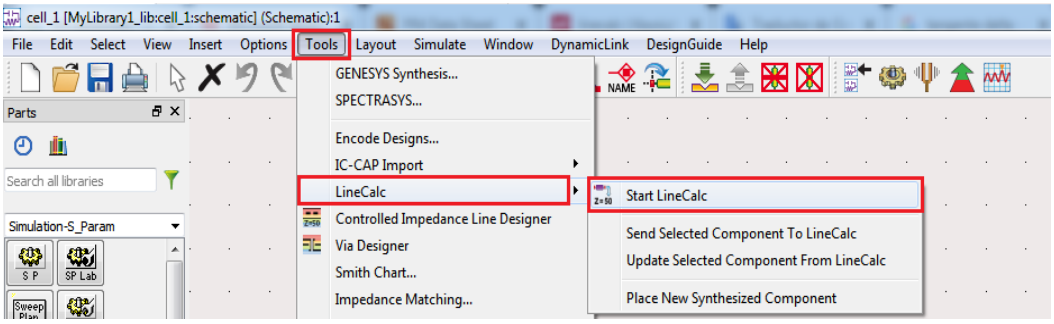

Figura 1 Ubicación de LineCalc

A la izquierda del interfaz de LineCalc se encuentran los parámetros que caracterizan el sustrato (*Substrate Parameters*) como: permitividad, espesor, tangente delta, espesor de la capa de cobre sobre el sustrato. En la parte inferior se configuran los parámetros de los componentes como la frecuencia. Las dimensiones físicas se encuentran a la derecha de los parámetros del substrato, ahí se obtienen los parámetros de ancho y largo de la línea de transmisión una vez definidos los parámetros eléctricos que se encuentran en la parte inferior, los cuales son: la impedancia característica y el desfase de la línea. Aunque también puede darse lo inverso con el ancho y largo de la línea se obtienen la impedancia y desfase de la línea.

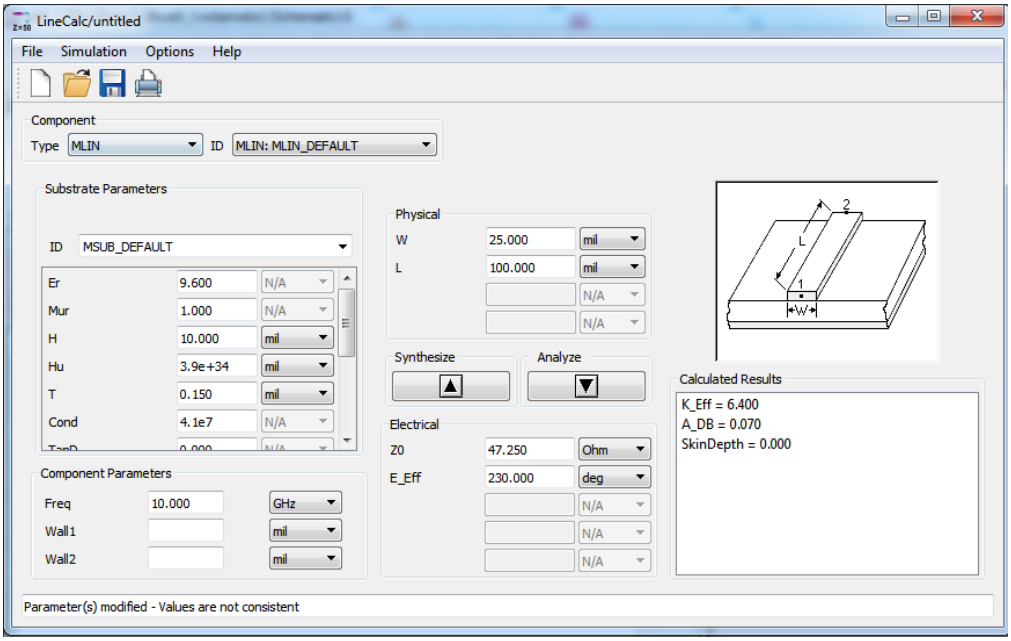

Figura 2 Interfaz de LineCalc

Es importante tomar en cuenta las unidades con las que se ingresan los parámetros, para obtener resultados congruentes.

4. TRABAJO PREPARATORIO

4.1. Consultar las características principales de los siguientes sustratos: FR4, Rogers 4003c, RT/duroid5870 /5880.

4.2. En base al marco teórico encontrar el ancho (W) de una línea de transmisión utilizando un substrato que tiene las siguientes características:

Altura (h)=1.55 mm

$\varepsilon_r = 4.7$

Z_0=50Ω

4.3. Diseñe un adaptador de impedancias utilizando un transformador de $\lambda/4$ que permita adaptar una carga de 300 Ω a una línea de transmisión de impedancia característica 50 Ω. La frecuencia central de diseño es 3 GHz.

5. EQUIPO Y MATERIALES

Computadora con el software ADS.

6. PROCEDIMIENTO

6.1. Usar LineCalc para encontrar el ancho de una línea microstrip con la impedancia característica y propiedades del substrato que se muestran a continuación. Comparar el resultado con el diseño del trabajo preparatorio.

Parámetro	Valor	Variable
Impedancia característica	50Ω	Z0
Substrato	FR4	
Permitividad (ε)	4.7	Er
Capa de cobre sobre substrato	17um	T
Espesor	1.55 mm	H
Tangente Delta	0.015	

6.2. Simular la línea de transmisión de numeral 6.1 en ADS.
6.3. Implemente la red de adaptación del numeral 4.3 utilizando líneas microstrip y el dieléctrico del numeral 6.1.

7. INFORME

7.1. Presente los resultados de las simulaciones realizadas en la práctica.
7.2. Diseñar de forma analítica una línea de transmisión microstrip con las siguientes características.

Parámetro	valor
Impedancia característica	50Ω
Substrato	Rogers 3210

7.3. Diseñe y simule una red de adaptación de impedancias con transformador de $\lambda/4$ que permita adaptar una carga de 30 Ω a una línea de transmisión de impedancia característica 50 Ω. La frecuencia central de diseño es 5.8 GHz. Utilice el substrato dieléctrico del numeral 7.2

8. REFERENCIAS

[1] R. Hernández Aquino, «Diseño, simulación y construcción de antenas tipo parche para bluetooth y WI-FI, bandas 2.4 ghz y 5.8 ghz,» 9 Mayo 2008. [En línea]. Available: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/hernandez_a_r/. [Último acceso: 26 Septiembre 2019].

[2] R. Neri Vela, Líneas de Transmisión, México D.F: McGRAW-HILL, 2004.

[3] V. Boria Esbert, V. Rodrigo Peñarrocha, Á. San Blas Oltra, P. Soto Pacheco y C. Bachiller Martín, Líneas de Transmisión, Valencia: EDITORIAL UPV, 2007.

Elaborado por: Karen Pantoja
Revisado por: Dr. Fernando Carrera/ Jefe de Laboratorio