

# Sistemas de Radiofrecuencia

## Práctica 5. Diseño de redes de polarización



**Almudena Suárez Rodríguez**  
**Franco Ramírez Terán**  
**Mabel Pontón Lobete**

Departamento de Ingeniería de Comunicaciones

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



### Diseño de Redes de Polarización

**Objetivo:** Diseño de redes de polarización para circuitos de RF utilizando sustratos de RF o microondas.

**Pasos a seguir:**

- 1- Características y parámetros principales de un sustrato para implementar circuitos de RF.
- 2- Simulación con parámetros S de una línea de transmisión de longitud  $\lambda/4$ .
- 3- Uso de la herramienta LINECALC de ADS.
- 4- Simulación con parámetros S de una línea de transmisión de longitud  $\lambda/4$  utilizando un sustrato para circuitos de RF.
- 5- Simulación de una red de polarización con 'stubs'.
- 6- Simulación de una red de polarización con 'stubs' radiales.
- 7- Sintonización de la respuesta de la red utilizando la herramienta 'TUNE' del simulador ADS.

**1. Características y parámetros principales de un sustrato para implementar circuitos de RF o microondas**

Las características físicas de la mayoría de los sustratos son:

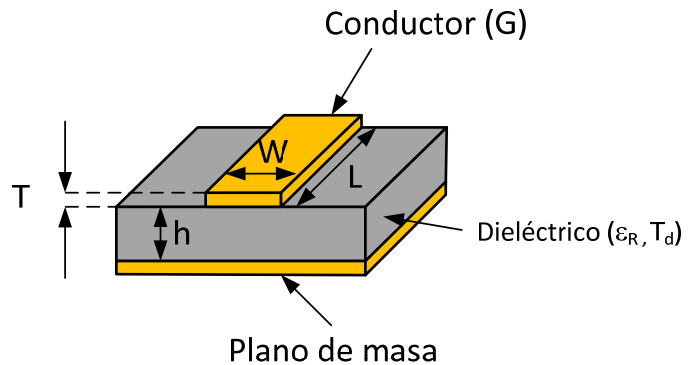
**h** – Grosor (altura del dieléctrico)

$\epsilon_r$  – Constante dieléctrica

$T_d$  – Tangente de pérdidas del dieléctrico

**T** – Grosor de la capa de conductor

**G** - Conductividad



**Grosor o altura del dieléctrico**

RO4003C:  
 0.008" (0.203mm),  
 0.012 (0.305mm),  
 0.016"(0.406mm),  
 0.020" (0.508mm),  
 0.032" (0.813mm),  
 0.060" (1.524mm)



**Grosor de la capa de conductor T (cobre)**

La unidad de medida de grosor de la capa de cobre de una placa es la onza (oz) (28,3495 g). Es el resultado de prensar una onza de cobre sobre una superficie plana, y distribuirlo uniformemente, sobre una superficie de un pie cuadrado (1 sqf = 0.0929 m<sup>2</sup>).

**Standard Copper Cladding**

½ oz. (17µm) electrodeposited copper foil (.5ED/.5ED)

1 oz. (35µm) electrodeposited copper foil (1ED/1ED)

2 oz. (70µm) electrodeposited copper foil (2ED/2ED)

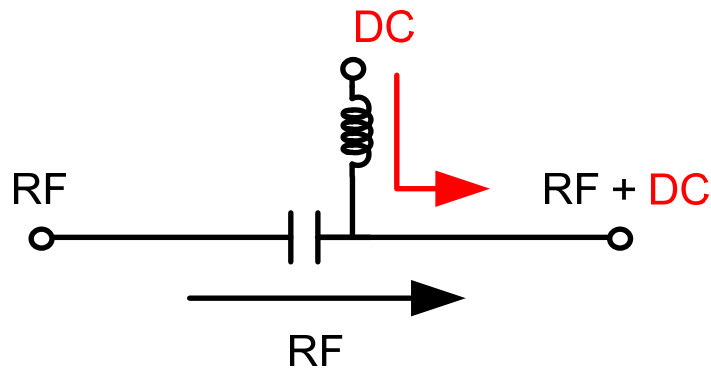
1 oz → 1.37 mil (milésima de pulgada) = 0.00137" = 0.0348 mm = 34.79 µm

**EJERCICIO:**

- Abrir las hojas de datos facilitadas por el fabricante y observar los distintos parámetros y características físicas.

## 2. Simular una línea de transmisión de longitud $\lambda/4$

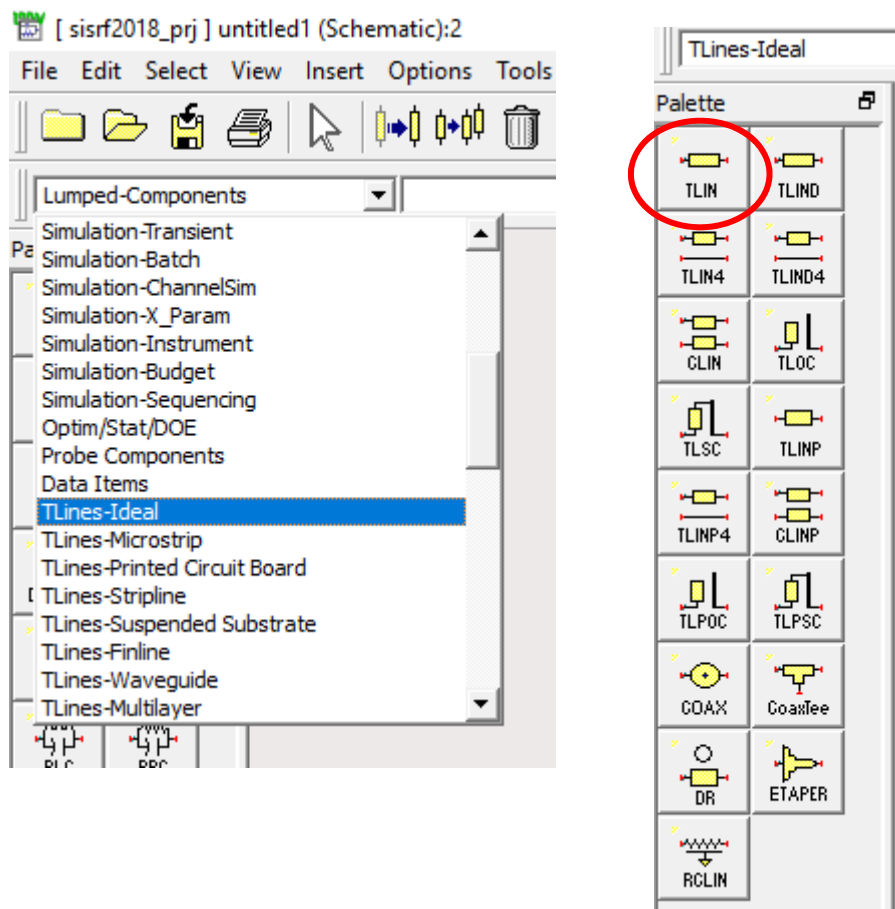
Para el diseño vamos a tener en cuenta el esquema de una red de polarización Bias-Tee.



Funcionamiento de una Bias-Tee.

Vamos a simular con parámetros S una línea de transmisión ideal  $\lambda/4$  acabada en circuito abierto y en cortocircuito. La red de polarización formada por esa línea se utilizará para un circuito que opera a 2.45 GHz.

Para ello de la paleta de líneas de transmisión ideales de ADS (TLines-Ideal) elegimos una línea de transmisión TLIN



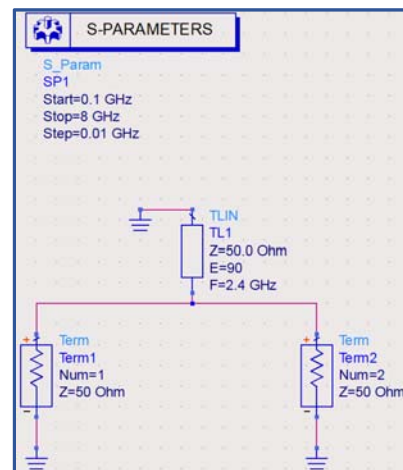
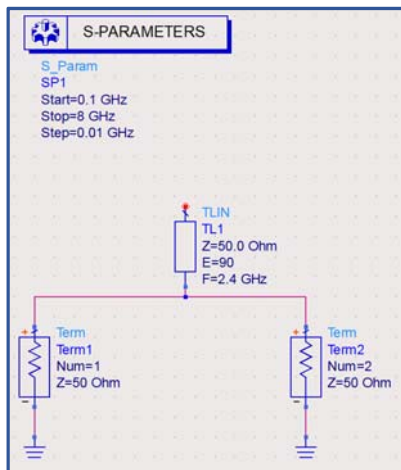
## PRÁCTICA: DISEÑO DE REDES DE POLARIZACIÓN

Los parámetros de esta línea son impedancia característica, longitud eléctrica en grados y la frecuencia de referencia para esa longitud eléctrica.



### Parameters

Name	Description	Units	Default
Z	Characteristic impedance	Ohm	50.0
E	Electrical length	deg	90
F	Reference frequency for electrical length	GHz	1



Esquemáticos para el cálculo de parámetros S de una línea de transmisión acabada en circuito abierto y en cortocircuito.

### EJERCICIO:

- ¿Qué resultados se obtienen al observar el parámetro  $S_{21}$ ?

### 3. Uso de la herramienta LINECALC de ADS

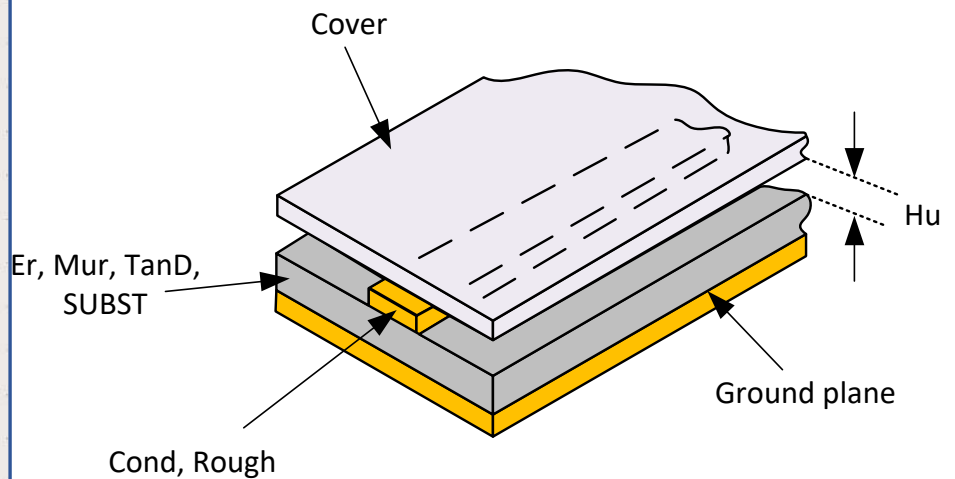
Para implementar las características físicas (anchura y longitud) de las líneas de transmisión utilizando un sustrato de RF nos ayudamos de la herramienta LINECALC de ADS.

Vamos a considerar un sustrato con las siguientes características:

MSub

**MSUB**  
**MSub1**  
H=62 mil  
Er=4.5  
Mur=1  
Cond=5.8e7  
Hu=3.9e+034 mil  
T=1.38 mil  
TanD=0.017  
Rough=0 mil



En el menú TOOLS, seleccionamos LINECALC y a continuación Start LineCalc.

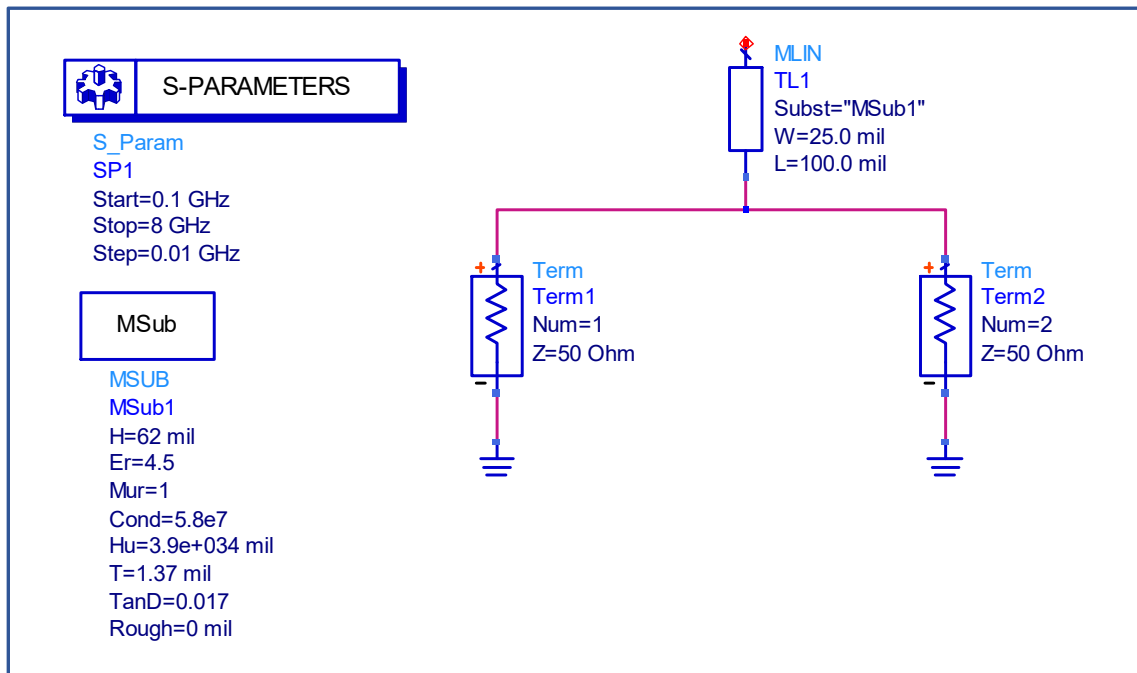
Elegimos el tipo de componente MLIN (línea microstrip, que es la opción por defecto). Incluimos los parámetros de nuestro sustrato y elegimos la frecuencia a la cual vamos a implementar nuestras líneas. Si introducimos las características eléctricas de las líneas (impedancia característica y longitud eléctrica en grados) y damos al botón Synthesize obtenemos las características físicas de la línea de transmisión (anchura y longitud) en el sustrato seleccionado.

Utilizando la opción Analyze, obtendríamos las características eléctricas a partir de las características físicas.

Menú de la herramienta LineCalc para el diseño de las dimensiones físicas de una línea de transmisión en sustrato de RF

**4. Simulación con parámetros S de una línea de transmisión de longitud  $\lambda/4$  utilizando un sustrato para circuitos de RF.**

Vamos a simular nuevamente las redes, pero teniendo en cuenta las dimensiones reales de un sustrato utilizado para circuitos de RF. Insertamos el sustrato y la línea de transmisión en el esquemático que cogemos de la paleta TLines\_Microstrip. Calcularemos las dimensiones físicas de la línea para los valores de  $Z_0 = 50 \Omega$  y longitud eléctrica  $E = 90^\circ$ .



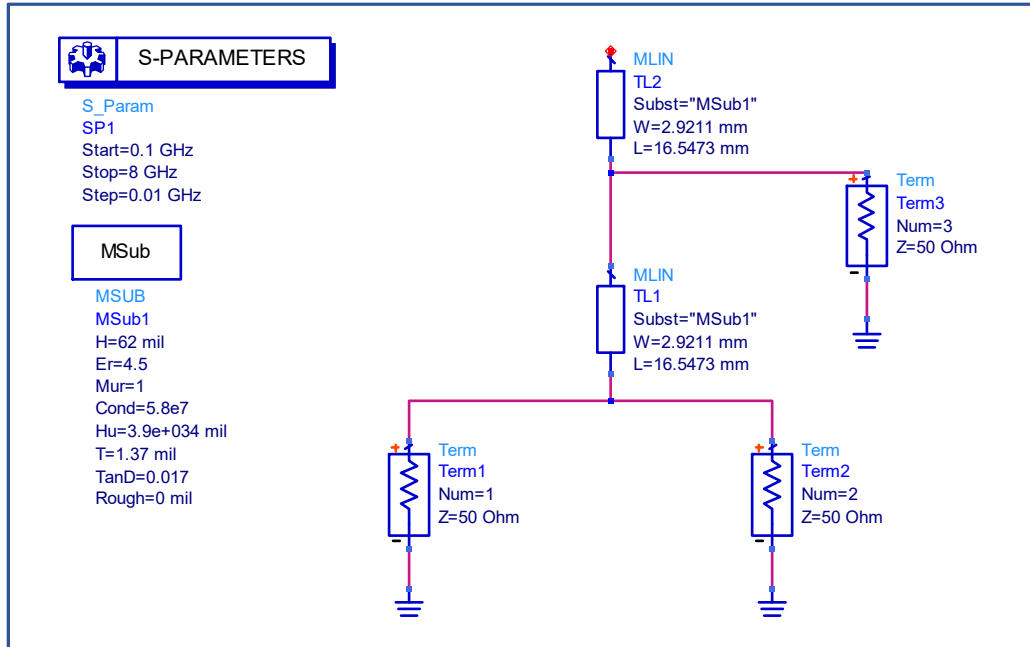
Esquemático para la simulación de una línea con sustrato microstrip

**EJERCICIO:**

- ¿Qué diferencias se obtienen al observar el parámetro  $S_{21}$  con respecto a la simulación con líneas ideales?

### 5. Simulación de una red de polarización con 'stubs'

Vamos a simular las redes considerando 2 stubs de dimensiones  $\lambda/4$ , uno de ellos terminado en circuito abierto.



Esquemático para la simulación de una red de polarización con 2 stubs de longitud  $\lambda/4$

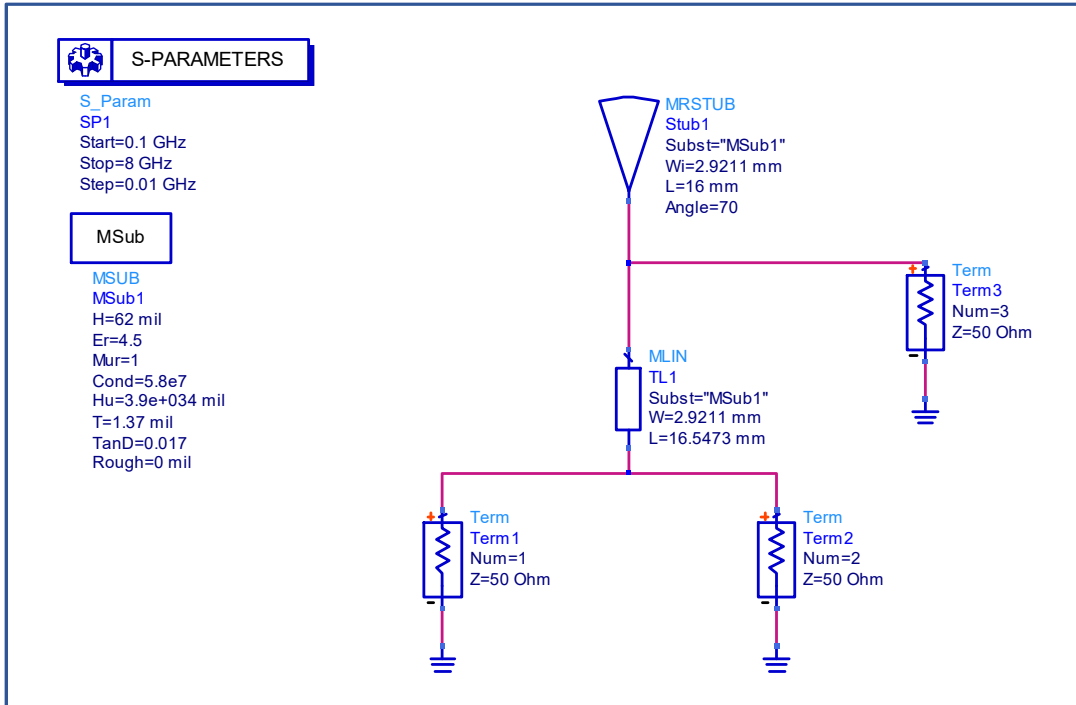
### EJERCICIO:

- Representa los parámetros S21 y S31. ¿Qué significa cada uno de esos parámetros?



6. Simulación de una red de polarización con 'Stubs' radiales.

Reemplaza el stub  $\lambda/4$  en abierto por un stub radial (MRSTUB) con las dimensiones que aparecen en el esquemático.



Esquemático para la simulación de una red de polarización con 2 stubs, uno de ellos radial.

**EJERCICIO:**

- Representa los parámetros S21 y S31. ¿Qué ha pasado con estos parámetros a la frecuencia de interés 2.45 GHz y sus armónicos? ¿Por qué?

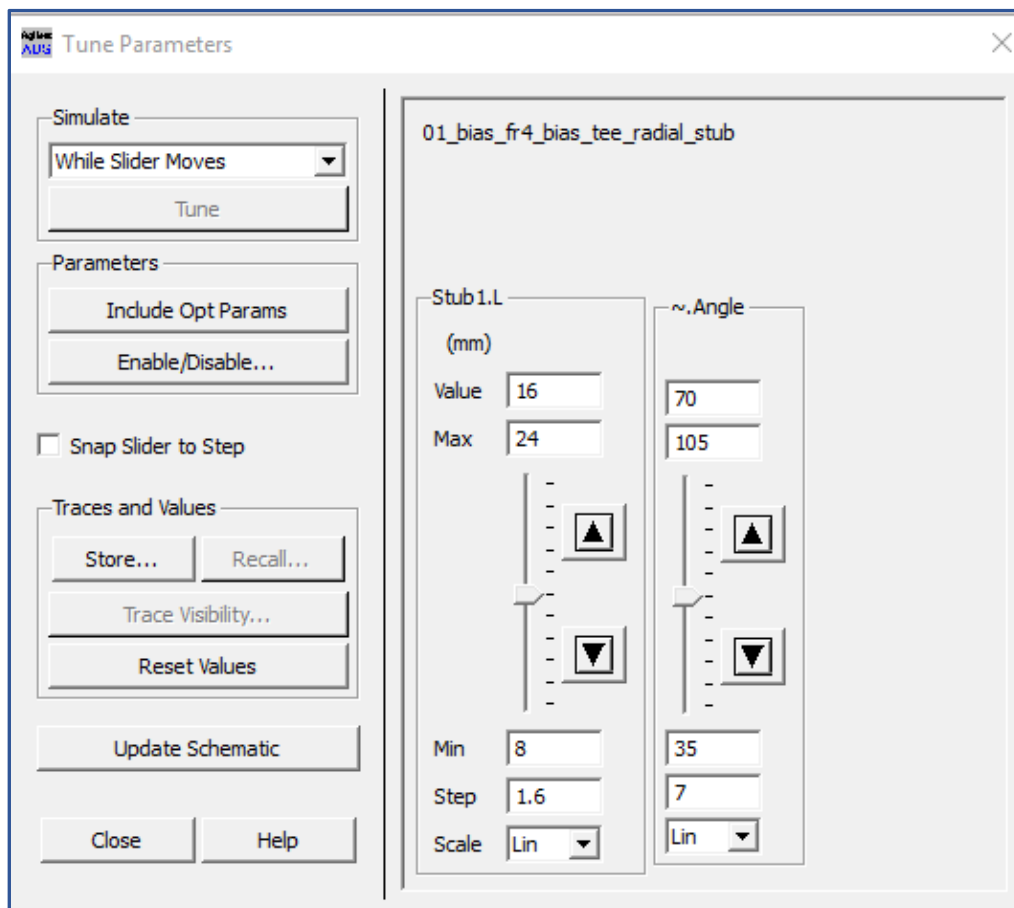
### 7. Sintonización de la respuesta de la red utilizando la herramienta 'TUNE' del simulador ADS

Con la herramienta TUNE de ADS vamos a sintonizar la red de polarización a la frecuencia de diseño de 2.45 GHz.

Para ello en la barra de herramientas de ADS, seleccionamos la herramienta 'TUNE'



Una vez se ha abierto la ventana de diálogo de la opción 'TUNE', sin cerrarla, volvemos a la página del esquemático y seleccionamos la longitud y el ángulo del stub radial. La ventana de diálogo debería ser la siguiente:



Ventana de diálogo de la opción 'TUNE'

Manteniendo la ventana de diálogo abierta, cambiar a la ventana de representación de datos y mantenerla en el plano de fondo. A la vez que movemos los deslizadores, debería observarse el cambio de respuesta de la red pasiva.

**EJERCICIO:**

- **Sintonice la respuesta para la frecuencia de diseño requerida ( $f = 2.45 \text{ GHz}$ ).**