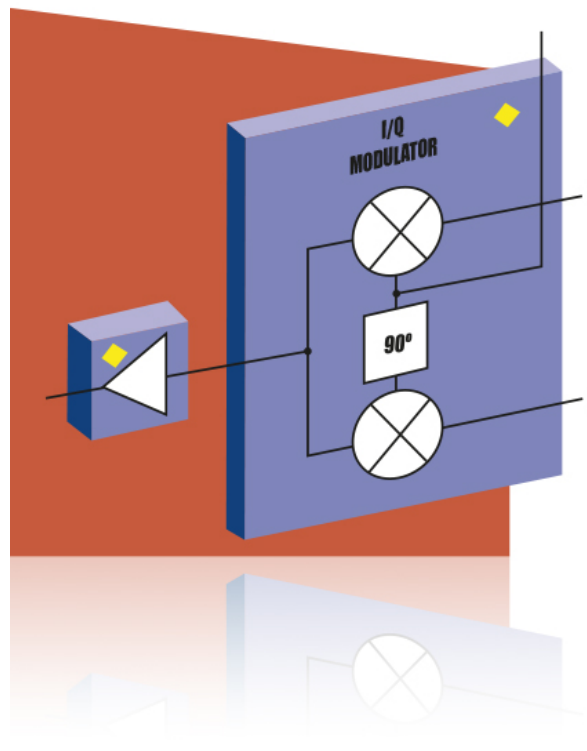


# Electrónica de Radiofrecuencia

## Hoja de ejercicios 1



### Profesores

Juan Pablo Pascual Gutiérrez

Enrique Villa Benito

Luisa María de la Fuente Rodríguez

José Ángel García García

*Departamento de Ingeniería de Comunicaciones*

**GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN**  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación.  
Universidad de Cantabria.

Asignatura: "**ELECTRÓNICA DE RADIOFRECUENCIA**".  
Hola de Prácticas nº 1

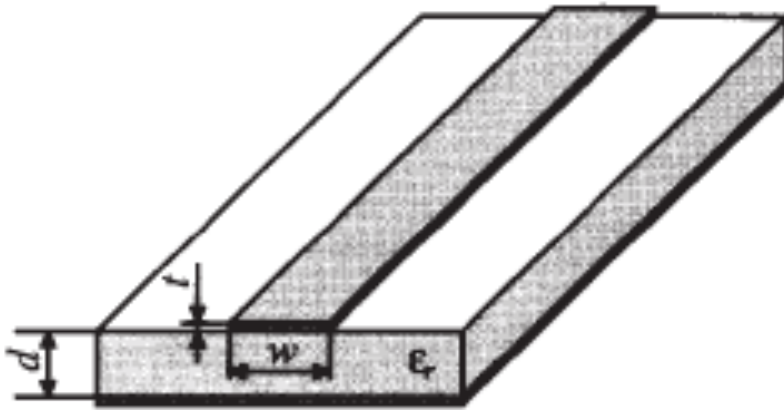
---

Objetivo: Diseño de Líneas Microstrip con una determinada impedancia característica  $Z_0$ ,  $\epsilon_{\text{eff}}$ , y  $\lambda$ . Manejo de la herramienta LineCalc de ADS.

Mediante:

- Ecuaciones analíticas cerradas
- Uso de gráficas
- Programas específicos (LineCalc de ADS)

Estructura Línea Microstrip:



Ecuaciones Línea Microstrip  $w/h > 1$ :

$$Z_0 = \frac{Z_f}{\sqrt{\epsilon_{\text{eff}} \left( 1.393 + \frac{w}{h} + \frac{2}{3} \ln \left( \frac{w}{h} + 1.444 \right) \right)}}$$

$$\epsilon_{\text{eff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( 1 + 12 \frac{h}{w} \right)^{-1/2}$$

$$\lambda = \frac{v_p}{f} = \frac{c}{f \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}} = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}},$$

Ecuaciones Línea Microstrip  $w/h < 1$

$$Z_0 = \frac{Z_f}{2\pi \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}} \ln \left( 8 \frac{h}{w} + \frac{w}{4h} \right)$$

$$Z_f = \sqrt{\mu_0 / \epsilon_0} = 376.8 \, \Omega$$

$$\epsilon_{\text{eff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ \left( 1 + 12 \frac{h}{w} \right)^{-1/2} + 0.04 \left( 1 - \frac{w}{h} \right)^2 \right]$$



**Problema 1:** Se quiere diseñar una línea de 50 Ohm en un PCB de FR-4, con un espesor de 2 mm y constante dieléctrica relativa = 4.6. Se pide obtener por los tres métodos mencionados:

- Anchura de la pista (w)
- Velocidad de fase
- Longitud de onda (frecuencia: 2 GHz)

**Problema 2:** Se desea adaptar un transistor de impedancia de entrada 25 Ohm @ 500 MHz a una línea de 50 Ohm mediante un adaptador  $\lambda/4$ . El material tiene un espesor de 1.5 mm y una constante dieléctrica relativa = 4.5. Proponer la anchura y longitud del tramo, así como su impedancia característica suponiendo que se trata de líneas plano paralelas sin pérdidas y suponiendo que se trata de líneas microstrip.

Obtener y representar la expresión de la impedancia de entrada del adaptador cargado con el transistor frente a la frecuencia.

**Línea plano-paralela:**

$$v = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$