



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** Fundamentos teóricos y prácticos de líneas de transmisión continuas y discretas.

**Descripción general** (resumen y metodología):

El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) en Física se centra en el estudio, medición y caracterización experimental de líneas de transmisión (LT). El alumno abordará inicialmente el análisis teórico de las ondas electromagnéticas (OEM) que se propagan en estas estructuras, basándose en la descripción general mediante parámetros distribuidos, como resistencia (R), inductancia (L), capacitancia (C) y conductancia (G), y la modelización a través de las ecuaciones diferenciales que rigen el comportamiento de la propagación de las OEM en las LT .

Posteriormente, el estudiante realizará una discretización del modelo continuo, analizando, diseñando y construyendo una LT basada en celdas LC que representan elementos discretos diferenciales de una sección infinitesimal  $dz$  de la LT. . Esta aproximación permitirá al alumno investigar experimentalmente la propagación de señales electromagnéticas en sistemas discretos monodimensionales , especialmente en rangos de frecuencia donde la longitud de onda es mayor que el tamaño de las celdas. Este enfoque permitirá al alumno introducirse de forma natural en la comprensión del comportamiento de metamateriales (MTM) electromagnéticos monodimensionales.

Dentro de esta línea de trabajo, se explorará la manipulación de los valores de inductancia y capacitancia en las celdas, lo que posibilita la creación de metamateriales con propiedades electromagnéticas específicas no presentes en medios materiales convencionales . El alumno llevará a cabo medidas experimentales tanto en líneas continuas como en las líneas discretas construidas, analizando y comparando los resultados obtenidos para comprender mejor los fenómenos asociados a la propagación de OEM en este tipo de estructuras..

Finalmente, el trabajo incluirá el desarrollo de un esbozo de guion de prácticas orientado a estudiantes de grado en Física, que integrará estos conceptos teóricos y experimentales para facilitar la comprensión del comportamiento de las LT en el contexto de la asignatura de Electromagnetismo.

**Tipología:** Estudio de casos, teóricos o prácticos, relacionados con la temática del Grado.

**Objetivos planteados:**

- (1) Estudiar los fundamentos teóricos relativos a la propagación de ondas en líneas de transmisión.
- (2) Extensión de los conceptos anteriores a líneas discretas basadas en diferentes tipos de celdas, y específicamente basada en inductancias y capacidades. Obtener los parámetros de diseño de un circuito LC discreto, determinando los valores óptimos apropiados de los elementos L y C
- (3) Analizar el efecto de modificar los valores de L y C (y modo de interconexión) en la configuración del circuito para generar metamateriales.
- (4) Realizar mediciones experimentales en líneas continuas y analizar los resultados

obtenidos.

(5) Realizar mediciones experimentales en líneas discretas y analizar los resultados obtenidos."

(6) Elaborar conclusiones basadas en la comparación de resultados entre líneas continuas y discretas.

(7) Basado en los contenidos de este TFG, diseñar un guion de prácticas, orientado a estudiantes de grado en Física, para la asignatura de Electromagnetismo, que integre la experimentación con líneas de transmisión continuas y discretas, promoviendo la comprensión práctica de los conceptos teóricos.

#### **Bibliografía básica:**

[1] **Ramo, Whinnery, and Van Duzer.** Fields and Waves in Communication Electronics. Wiley. (Clásico para entender fundamentos electromagnéticos y líneas de transmisión.)

[2] **Pozar, D. M.** Microwave Engineering. Wiley.

(Muy utilizado para líneas de transmisión, guías de onda y dispositivos de microondas.)

[3] **Collin, R. E.** Foundations for Microwave Engineering. McGraw-Hill.

(Profundo en teoría de líneas y ondas guiadas.)

[4] **Collin, R. E.** Theory of Guided Waves. IEEE Press.

(Un texto avanzado sobre propagación y análisis de ondas en líneas y guías.)

[5] **Caloz, C., e Itoh, T.** Electromagnetic Metamaterials: Transmission Line Theory and Microwave Applications. Wiley. (Especializado en metamateriales basados en líneas de transmisión.)

[6] **Rafael Gomez Martín.** Campos Electromagnéticos para físicos e ingenieros. Radiación y Propagación. Editorial Universidad de Granada 2021.

#### **Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

La metodología seguirá el orden establecido en los objetivos planteados. Además, el estudiante deberá realizar una breve revisión bibliográfica y adquirir conocimientos básicos sobre técnicas de medición y visualización de resultados.

**Plazas:** 1

#### **2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** MIGUEL DAVID RUIZ-CABELLO NÚÑEZ

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** ELECTROMAGNETISMO

**Correo electrónico:** mcabello@ugr.es

#### **3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:** JESÚS FRANCISCO FORNIELES CALLEJÓN

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** ELECTROMAGNETISMO

**Correo electrónico:** jforniel@ugr.es

#### **4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**

**Nombre de la empresa o institución:**

**Dirección postal:**

**Puesto del tutor en la empresa o institución:**

**Centro de convenio Externo:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:** MIGUEL CUBEROS MUÑOZ

**Correo electrónico:** mcuberosm@correo.ugr.es