

## Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

**Tutor/a:** Jorge Andrés Portí Durán

**Departamento y Área de Conocimiento:** Física Aplicada

**Cotutor/a:**

**Departamento y Área de Conocimiento:**

**Correo electrónico:**

**Título del Trabajo:** Modelado numérico de problemas de propagación mediante el uso de líneas de transmisión

**Tipología del Trabajo:**

(Segun punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

( Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos	x	5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

**Breve descripción del trabajo:**

Los métodos numéricos generalmente abordan los problemas a través de la resolución numérica de ecuaciones analíticas que, a su vez, modelan el fenómeno que se pretende estudiar. Esta visión prácticamente limita el trabajo físico a la obtención de las ecuaciones iniciales, momento a partir del cual prácticamente todo el trabajo es de índole matemática.

Las analogías son otra opción de mayor contenido físico. La ley de Ohm, por ejemplo, tiene aplicaciones acústicas o térmicas. Un circuito eléctrico RLC funciona de modo análogo a una partícula sometida a una fuerza elástica lineal en un entorno con pérdidas proporcionales a la velocidad de dicha partícula. El conocimiento del comportamiento del circuito RLC proporciona de manera casi automática conocimiento sobre el movimiento armónico de la partícula sin más que deshacer la analogía.

El TFG que se propone pretende iniciar al estudiante en el uso de líneas de transmisión para la simulación numérica en lo que se conoce como método de Modelado por Líneas de Transmisión o método TLM. Más que resolviendo ecuaciones analíticas, esta tarea numérica se lleva a cabo a través del uso de circuitos de líneas de transmisión que se comportan de modo análogo al que se observa en algunos problemas dinámicos. Ejemplos de tales problemas son la propagación de ondas electromagnéticas o acústicas, difusión o incluso resolución de circuitos eléctricos de parámetros localizados.

En este TFG, además del conocimiento de un concepto poco tratado en el grado, la línea de transmisión, y sobre todo de la profundización en el uso de analogías basadas en su uso para comprender otros fenómenos, el método TLM, se aborda la mayoría de los aspectos que usualmente acompañan a la simulación numérica de un problema de propagación: alimentación, dispersión numérica condiciones de frontera cerradas y abiertas y análisis espectral de resultados. El campo sobre el que se aplica el método (acústico, electromagnético, difusión,...) se deja a la elección del estudiante.

**Objetivos planteados:**

Familiarización del estudiante con el concepto de líneas de transmisión y de su aplicación a la resolución numérica mediante analogías eléctricas.

Familiarización con el método numérico TLM y los aspectos necesarios en un problema de simulación mediante un método de baja frecuencia (TLM, Diferencias Finitas,...): discretización, dispersión numérica, alimentación, análisis de resultados, condiciones de frontera,...

**Metodología:**

Inicialmente se estudian los aspectos fundamentales de una línea de transmisión, tanto en el dominio de la frecuencia, importante para la situación estacionaria, como la transitoria, fundamental en la aplicación de este TFG y se inicia al estudiante en el método TLM.

En primer lugar y fundamental en el TLM, el funcionamiento conceptual de las diferentes configuraciones (línea abierta, cortocircuitada o de longitud infinita) se comprenderá mediante su aplicación a la resolución mediante el uso de líneas de transmisión de circuitos de parámetros localizados de diversa complejidad, incluyendo acoplamientos y no linealidades.

A continuación, se hará se aplicará el TLM a un problema de propagación acústico, electromagnético o de difusión en 1 y 2 dimensiones en el que se abordarán los diferentes aspectos necesarios en toda simulación numérica de esta índole: la definición de la analogía, los distintos modos de alimentación, el comportamiento numérico, condiciones de contorno,...

#### **Bibliografía:**

- C. Christopoulos, "The Transmission-line Modeling Method: TLM", IEEE Press (1995)
- D. de Coogan, "Transmission Line Matrix (TLM) Techniques for Diffusion Applications" Ed. CRC Press, 1998
- Kinsler Lawrence, E. "Fundamentos de acústica." Editorial Limusa, Noriega Editores (1988).
- Beranek, Leo L., and Tim Mellow. Acoustics: sound fields and transducers. Academic Press, 2012
- Matthew N. O. Sadiku, "Elementos De Electromagnetismo" - 3ra Edición - Ed. Oxford University Press, 2003
- M.A. Plonus, Electromagnetismo Aplicado. Ed. Reverté, 1994.

#### **Breve descripción del trabajo:**

Los métodos numéricos generalmente abordan los problemas a través de la resolución numérica de ecuaciones analíticas que, a su vez, modelan el fenómeno que se pretende estudiar. Esta visión prácticamente limita el trabajo físico a la obtención de las ecuaciones iniciales, momento a partir del cual prácticamente todo el trabajo es de índole matemática.

Las analogías son otra opción de mayor contenido físico. La ley de Ohm, por ejemplo, tiene aplicaciones acústicas o térmicas, Un circuito eléctrico RLC funciona de modo análogo a una partícula sometida a una fuerza elástica lineal en un entorno con pérdidas proporcionales a la velocidad de dicha partícula. El conocimiento del comportamiento del circuito RLC proporciona de manera casi automática conocimiento sobre el movimiento armónico de la partícula sin más que deshacer la analogía.

El TFG que se propone pretende iniciar al estudiante en el uso de líneas de transmisión para la simulación numérica en lo que se conoce como método de Modelado por Líneas de Transmisión o método TLM. Más que resolviendo ecuaciones analíticas, esta tarea numérica se lleva a cabo a través del uso de circuitos de líneas de transmisión que se comportan de modo análogo al que se observa en algunos problemas dinámicos. Ejemplos de tales problemas son la propagación de ondas electromagnéticas o acústicas, difusión o incluso resolución de circuitos eléctricos de parámetros localizados.

En este TFG, además del conocimiento de un concepto poco tratado en el grado, la línea de transmisión, y sobre todo de la profundización en el uso de analogías basadas en su uso para comprender otros fenómenos, el método TLM, se aborda la mayoría de los aspectos que usualmente acompañan a la simulación numérica de un problema de propagación: alimentación, dispersión numérica condiciones de frontera cerradas y abiertas y análisis espectral de resultados. El campo sobre el que se aplica el método (acústico, electromagnético, difusión,...) se deja a la elección del estudiante.

#### **Objetivos planteados:**

Familiarización del estudiante con el concepto de líneas de transmisión y de su aplicación a la resolución numérica mediante analogías eléctricas.

Familiarización con el método numérico TLM y los aspectos necesarios en un problema de simulación mediante un método de baja frecuencia (TLM, Diferencias Finitas,...): discretización, dispersión numérica, alimentación, análisis de resultados, condiciones de frontera,...

**Metodología:**

Inicialmente se estudian los aspectos fundamentales de una línea de transmisión, tanto en el dominio de la frecuencia, importante para la situación estacionaria, como la transitoria, fundamental en la aplicación de este TFG y se inicia al estudiante en el método TLM.

En primer lugar y fundamental en el TLM, el funcionamiento conceptual de las diferentes configuraciones (línea abierta, cortocircuitada o de longitud infinita) se comprenderá mediante su aplicación a la resolución mediante el uso de líneas de transmisión de circuitos de parámetros localizados de diversa complejidad, incluyendo acoplamientos y no linealidades.

A continuación, se hará se aplicará el TLM a un problema de propagación acústico, electromagnético o de difusión en 1 y 2 dimensiones en el que se abordarán los diferentes aspectos necesarios en toda simulación numérica de esta índole: la definición de la analogía, los distintos modos de alimentación, el comportamiento numérico, condiciones de contorno,...

**Bibliografía:**

- C. Christopoulos, "The Transmission-line Modeling Method: TLM", IEEE Press (1995)
- D. de Coogan, "Transmission Line Matrix (TLM) Techniques for Diffusion Applications" Ed. CRC Press, 1998
- Kinsler Lawrence, E. "Fundamentos de acústica." Editorial Limusa, Noriega Editores (1988).
- Beranek, Leo L., and Tim Mellow. Acoustics: sound fields and transducers. Academic Press, 2012
- Matthew N. O. Sadiku, "Elementos De Electromagnetismo" - 3ra Edición - Ed. Oxford University Press, 2003
- M.A. Plonus, Electromagnetismo Aplicado. Ed. Reverté, 1994.

**A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG**

Alumno/a propuesto/a:



Facultad de Ciencias  
Sección de Físicas

Granada, 19 de mayo

2023

Sello del Departamento