



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a:	Miguel David Ruiz-Cabello Núñez
Departamento y Área de Conocimiento:	Electromagnetismo y física de la materia
Correo electrónico:	Electromagnetismo mcabello@ugr.es
Cotutor/a:	Salvador González García
Departamento y Área de Conocimiento:	Electromagnetismo y física de la materia
Correo electrónico:	Electromagnetismo salva@ugr.es

Título del Trabajo:	Fundamentos teóricos y técnicas numéricas en electromagnetismo para modelar materiales dependientes de frecuencia, comparación de las técnicas clásicas con técnicas basada en redes neuronales.
----------------------------	--

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	x	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:

Este trabajo consiste en estudiar e implementar los modelos básicos en electromagnetismo para tratar materiales dependiente de la frecuencia (materiales dispersivos), modelos de Drude, Debye, Lorentz, tanto dieléctricos como magnéticos [1][2]. Adicionalmente se estudiarán las técnicas numéricas para la implementación de estos modelos en el dominio del tiempo [3][4][5]. Finalmente la estudiante implementará algoritmos neuronales que permitan sustituir los modelos físicos por una red neuronal, usando por ejemplo técnicas basadas en Physics-informed neural networks [6]. Se analizará la precisión y rendimiento computacional de ambos métodos.

Objetivos planteados:

- Obj.1- Estudio bibliográfico de los modelos dispersos clásicos en electromagnetismo [1][2].
- Obj.2- Estudio de técnicas numéricas para resolver las ecuaciones de Maxwell en el dominio del tiempo empleando el método de diferencias finitas en el dominio del tiempo (FDTD) [3].
- Obj.3- Implementación de los modelos materiales dispersivos vistos en Obj.1 en los métodos vistos en Obj.2 [3][4][5].
- Obj.4- Diseño de casos simples, obtención de resultados.
- Obj.5- Estudio de técnicas básicas de Physics-informed neural networks [6].
- Obj.6- Implementación de una red sencilla para simular los casos del Obj.4 usando la técnicas de Obj.5.
- Obj.7- Evaluación de precisión y eficiencia de ambas técnicas.

Metodología:

La metodología sigue el mismo orden de los objetivos planteados. Adicionalmente el estudiante debe de realizar un breve repaso bibliográfico, y se requiere de aprender a utilizar herramientas de programación y visualización de resultados a nivel básico.

Bibliografía:

- [1] Pozar, David M. Microwave engineering. John wiley & sons, 2011.
- [2] Riffe, D. Mark. "Canonical Models of Dielectric Response." arXiv preprint arXiv:1806.05158 (2018).
- [3] Taflove, Allen, Ardavan Oskooi, and Steven G. Johnson, eds. Advances in FDTD computational electrodynamics: photonics and nanotechnology. Artech house, 2013.
- [4] Han, Minghui, Robert W. Dutton, and Shanhui Fan. "Model dispersive media in finite-difference time-domain method with complex-conjugate pole-residue pairs." IEEE microwave and wireless components letters 16.3 (2006): 119-121.



UNIVERSIDAD
DE GRANADA



Facultad de Ciencias
Sección de Físicas

- [5] Viquerat, Jonathan, et al. Theoretical and numerical analysis of local dispersion models coupled to a *discontinuous Galerkin time-domain method for Maxwell's equations*. Diss. INRIA, 2013.
- [6] Karniadakis, George Em, et al. "Physics-informed machine learning." *Nature Reviews Physics* 3.6 (2021): 422-440.

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG
Alumno/a propuesto/a: María del Mar Lozano Mateo



Sello del Departamento

Granada, 15 de Mayo

2023