

Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Jorge Andrés Portí Durán
Departamento y Área de Conocimiento: Física Aplicada
Correo electrónico: Física Aplicada

Cotutor/a:
Departamento y Área de Conocimiento:
Correo electrónico:

Título del Trabajo: Modelado numérico de problemas de propagación electromagnética con el método de diferencias finitas en el dominio del tiempo.

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:

Se abordan en este TFG los aspectos fundamentales de la simulación numérica de un problema de propagación electromagnética mediante un método numérico de baja frecuencia: el método de Diferencias Finitas en el Dominio del Tiempo (FDTD). El trabajo hace un recorrido sobre los distintos aspectos necesarios en este tipo de simulaciones.

La actividad se divide en dos bloques:

- 1) En primer lugar se aborda lo esencial sobre cómo discretizar ecuaciones analíticas, las ecuaciones de Maxwell en este caso, así como el modo de implementar la alimentación, la estabilidad, el comportamiento en frecuencia y la importancia de la comprensión de la Transformada de Fourier y las funciones Gaussianas. Mención especial merece el tratamiento de condiciones de contorno para sistemas cerrados y abiertos, abordándose una descripción de los diferentes casos existentes en la bibliografía.
- 2) En segundo lugar, se desarrolla un programa para la aplicación del método FDTD a la propagación de una onda plana, estudiando los aspectos descritos en el bloque 1 y se propone su aplicación a un sistema más complejo. Se propone el estudio de modos fundamentales de propagación en guías de onda rectangulares, pero el estudiante puede elegir una aplicación diferente de dificultad similar en la que pueda contrastar los aspectos teórico-numéricos descritos en el punto 1.

Objetivos planteados:

Familiarización del estudiante con la resolución numérica de sistemas de ecuaciones diferenciales acopladas en el dominio del tiempo.

Familiarización con el método numérico FDTD 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,...

Aplicación de conceptos generales sobre métodos numéricos a un problema concreto electromagnético que permita visualizar y comprender los diferentes aspectos a tener en cuenta en todo modelado numérico.

Familiarización con el diseño de escenarios numéricos, así como con la interpretación y presentación de resultados numéricos.

Metodología:

Se estudiarán los conceptos fundamentales del método FDTD, particularizadas para la resolución de las ecuaciones de Maxwell y la ecuación de ondas que de ellas se desprende.

Tras comprender el esquema discreto inherente al método, se modelará la propagación de una onda plana en el vacío primero y otros medios después. Sobre este ejemplo se estudiarán las opciones de alimentación, la utilidad de la Transformada de Fourier y se comprobará cómo la dispersión numérica limita la bondad del resultado obtenido.

Hecho esto, se desarrollará un problema para modelar la propagación de modos bidimensionales en guías de ondas electromagnéticas. Sobre este problema se probarán condiciones de contorno, la evanescencia de modos por debajo de la frecuencia de corte y otros aspectos relacionados.

El estudiante podrá sustituir este problema concreto por otro de complejidad e interés similar.

Los pasos seguidos en este trabajo culminarán en una memoria estructurada, en la que el estudiante aprenda a presentar un problema y justifique su interés, presente el fundamento del problema a tratar y los entresijos del método de resolución, culminando con unas conclusiones extraídas del trabajo. Todo ello apoyado de las referencias bibliográficas que apoyen aspectos no desarrollados y reconozcan el trabajo realizado previamente por otros autores.

Bibliografía:

- The Finite Difference Time Domain Method for Electromagnetics. K.S. Kunz, R.J. Luebbers, CRC Press, 1993
- "Numerical solution of initial boundary value problems involving Maxwell's equations in isotropic media", K.S. Yee. IEEE Transactions on Antennas and Propagation 14 (3): 302-307. Bibcode:1966ITAP...14..302Y. doi:10.1109/TAP.1966.1138693, 1966.
- J. Berenger (1994). "A perfectly matched layer for the absorption of electromagnetic waves." J.



Comput. Physics. 114(2): 185–200, doi:10.1006/jcph.1994.1159.

- J. Fang, Z. Wu (1996), “Generalized perfectly matched layer for the absorption of propagating and evanescent waves in lossless and lossy media.” IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, vol. 44, issue 12, pp. 2216-2222, doi: 10.1109/22.556449
- Matthew N. O. Sadiku, “Elementos De Electromagnetismo” - 3ra Edición - Ed. Oxford University Press, 2003

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

Granada, 12 de mayo 2021

Sello del Departamento