



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Análisis de la Estabilidad de Métodos Numéricos en Electromagnetismo Computacional en el Dominio del Tiempo

Descripción general (resumen y metodología):

Este trabajo tiene como objetivo analizar la estabilidad de métodos numéricos en el dominio del tiempo basados en esquemas FIT (Finite Integration Technique) aplicados al electromagnetismo computacional. La estabilidad constituye un aspecto esencial en el desarrollo y aplicación de estos métodos, ya que asegura que las soluciones numéricas permanezcan acotadas y físicamente coherentes a lo largo del tiempo, evitando así la acumulación de errores que puedan comprometer la validez de los resultados.

En particular, el estudio se centrará en el método FDTD (Finite-Difference Time-Domain), con especial atención a configuraciones donde se introducen extensiones avanzadas que permiten una mayor flexibilidad geométrica y una mejor resolución multiescala. Estas mejoras, si bien amplían las capacidades del método, también plantean desafíos adicionales en cuanto a la estabilidad del esquema numérico.

El enfoque adoptado en este trabajo consiste en modelar dichos métodos como sistemas lineales invariantes en el tiempo (LTI), lo que permite aplicar herramientas del análisis espectral, como el estudio de autovalores, para evaluar rigurosamente la estabilidad del sistema. Esta perspectiva no solo proporciona una base teórica sólida, sino que también facilita la identificación de condiciones bajo las cuales el método se mantiene estable, así como la detección de posibles fuentes de inestabilidad. El análisis espectral se realizará de forma analítica cuando sea posible, y numéricamente en los casos más complejos.

El estudiante implementará casos canónicos en C++, Fortran o Python, con el fin de analizar la estabilidad de los métodos propuestos. El objetivo final es obtener expresiones útiles que permitan establecer condiciones claras que garanticen la estabilidad del esquema numérico.

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

Objetivos planteados:

1. Realizar un estudio teórico detallado de los esquemas numéricos basados en FIT, con especial énfasis en el método FDTD y algunas extensiones avanzadas.
2. Analizar desde el punto de vista teórico los conceptos fundamentales relacionados con la estabilidad, causalidad y reciprocidad en estos esquemas numéricos en el dominio del tiempo.
3. Estudiar las técnicas de análisis de estabilidad aplicadas a sistemas lineales invariantes en el tiempo (LTI) y su aplicación a los métodos FIT y FDTD.
4. Implementar casos unitarios para la evaluación numérica de la estabilidad, lo que requerirá conocimientos de programación y el uso de lenguajes como C++, Fortran o Python.
5. Evaluar la estabilidad numérica de los esquemas implementados mediante análisis espectral y otros métodos apropiados.
6. Derivar condiciones matemáticas o expresiones analíticas que permitan determinar los parámetros y criterios bajo los cuales los métodos numéricos garantizan estabilidad.

Bibliografía básica:

1. Taflove, A., & Hagness, S. C. (2005). Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method (3rd ed.). Artech House.
2. Sullivan, D. M. (2013). Electromagnetic Simulation Using the FDTD Method (2nd ed.). Wiley-IEEE Press.
3. Mittra, R. (Ed.). (2013). Computational Electromagnetics: The Finite-Difference Time-Domain Method (Vol. 2). Springer.
4. **Kunz & Luebbers**
Kunz, K. S., & Luebbers, R. J. (1993). The Finite Difference Time Domain Method for Electromagnetics. CRC Press.
5. Clemens, M., & Weiland, T. (2001). Numerical Methods for the Simulation of Stationary and Time-Dependent Wave Fields. In Joppich, W. (Ed.), **High Performance Computing in Science and Engineering** (pp. 101-115). Springer.
6. Clemens, M. (2001). Stability of the Finite Integration Technique (FIT) for Time-Domain Electromagnetic Field Simulation. In International Journal of Numerical Modelling: Electronic Networks, Devices and Fields, **14**(1), 63-76.

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 de programación visualización de resultados, manejo de librerías externas de álgebra lineal.

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:

Ámbito de conocimiento/Departamento:

Correo electrónico:

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

Nombre y apellidos: Antonio Jesús Martín Valverde

Correo electrónico: antoniojema@ugr.es

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: JESUS ADRIAN PEREZ GARCIA

Correo electrónico: jesuspergar@correo.ugr.es