



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Implementación de técnicas de evaluación de incertidumbre en simulaciones electromagnéticas en el dominio del tiempo

Descripción general (resumen y metodología):

En electromagnetismo, las herramientas de simulación numérica desempeñan un papel fundamental en la obtención de magnitudes electromagnéticas (campos, potenciales e intensidades de corriente) en problemas donde las soluciones analíticas no son viables. En general, estos simuladores proporcionan soluciones discretizadas bajo la hipótesis de que los parámetros constitutivos de los materiales (permitividad, permeabilidad, conductividad, entre otros) son conocidos con precisión.

Sin embargo, en aplicaciones reales estos parámetros presentan incertidumbres asociadas a tolerancias de fabricación, condiciones de operación o procesos de degradación durante la vida útil de los dispositivos. Estas incertidumbres pueden modelarse mediante variaciones estadísticas en los parámetros del sistema.

El objetivo de este trabajo es incorporar las incertidumbres presentes en los parámetros constitutivos de los materiales en simulaciones electromagnéticas mediante técnicas de cuantificación de incertidumbre. Para ello, se consideran distintos enfoques, incluyendo métodos basados en Monte Carlo aplicados al esquema FDTD (MC-FDTD) y formulaciones estocásticas del propio método (S-FDTD).

Como base de trabajo se empleará el método FDTD para la resolución numérica de las ecuaciones de Maxwell, el cual ser

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

Objetivos planteados:

1. Revisar los fundamentos teóricos del método de diferencias finitas en el dominio del tiempo (FDTD) y desarrollar un programa básico en Python.
2. Revisar los fundamentos de los métodos de evaluación de incertidumbre, incluyendo enfoques estocásticos aplicados a FDTD (S-FDTD) para la propagación de incertidumbres en el dominio temporal.
3. Implementar un código FDTD básico como base de simulación electromagnética.
4. Implementar técnicas de evaluación de incertidumbre en simulaciones electromagnéticas, aplicadas a parámetros de materiales y geometrías.
5. Aplicar los métodos desarrollados a casos de estudio sencillos (por ejemplo, propagación en líneas de transmisión o medios homogéneos) evaluando el impacto de las incertidumbres en los resultados electromagnéticos.

Bibliografía básica:

El estudiante adquirirá conocimientos básicos de programación científica, preferentemente en Python, necesarios para la implementación de los algoritmos numéricos.

El trabajo seguirá una estructura progresiva, comenzando con el desarrollo y validación de un código FDTD básico para la resolución de las ecuaciones de Maxwell. Posteriormente, se incorporarán métodos de

cuantificación de incertidumbre, incluyendo aproximaciones Monte Carlo (MC-FDTD) y formulaciones estocásticas (S-FDTD), para analizar la propagación de incertidumbres en los parámetros del medio.

La memoria incluirá los fundamentos teóricos del electromagnetismo computacional y los métodos numéricos utilizados, junto con el análisis de los resultados obtenidos en los distintos escenarios estudiados.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

[1] Taflove, A., Hagness, S. C., & Picket-May, M. "Computational Electromagnetics: The Finite-Difference Time-Domain Method." The Electrical Engineering Handbook, 2005.

[2] Bérenger, J.-P. "Stability of the FDTD Method With Holland and Simpson Thin Wires." IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility, 63(3), 880-887, 2020.

[3] Salis, C., et al. "Unconditionally-stable time-domain approach for uncertainty assessment in transmission lines." MOCAST 2016, IEEE.

[4] Teixeira, F. L. "Time-domain modeling of stochastic electromagnetic fields in complex media." IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2000.

[5] Python Software Foundation. Python Documentation. <https://docs.python.org/es/3/tutorial/>

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:

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:

Correo electrónico: