UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2024/2025

GRADO: Grado en Física

CÓDIGO DEL TFG: 267-099-2024/2025

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Fundamentos teóricos y númericos de las ecuaciones clásicas de la magnetodinámica.

Descripción general (resumen y metodología):

Este trabajo consiste en estudiar y comprender los distintos términos de las ecuaciones clásicas de la magnetodinámica a nivel microscópico, estas se conocen como el modelo de Landau–Lifshitz–Gilbert (LLG) [1-3]. Las ecuaciones LLG son las que describen el movimiento de precesión y atenuación de un dipolo magnético ante un campo magnético externo. En segundo lugar los conceptos anteriores se extenderán a una colección de dipolos donde se podrá incluir el potencial de interacción entre dipolos (según distintos modelos) y fluctuaciones térmicas, y estudiar el comportamiento de la magnetización frente a la variación del campo externo. Finalmente el estudiante debe de realizar un programa sencillo que implemente las ecuaciones anteriores junto con las ecuaciones de Maxwell, usando el método de diferencias finitas en el dominio del tiempo (FDTD).

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

Objetivos planteados:

- **0bj.1**.- Comprender las ecuaciones básicas de la magnetodinámica de un dipolo ante un campo magnético externo. Analizar las ecuaciones del modelo LLG, que describen el movimiento de precesión y atenuación [1-3], en este punto se pueden visualizar gráficas del movimiento del dipolo.
- **0bj.2.**- Usar las nociones aprendidas en 0bj.1 para obtener las ecuaciones magnetodinámica de un conjunto de dipolos. Incluir componentes para tener en cuenta las fluctuaciones térmicas, y potencial de interacción entre dipolos. Resolver el problema de la magnetización frente al campo magnético (ciclo de Histéresis) [4].
- **0bj.3.**- Usar las ecuaciones vistas en el Obj.1 para obtener un modelo de permeabilidad equivalente [3][5] para el caso de un sistema saturado en una dirección.
- **0bj.4**.- Acoplar las ecuaciones del modelo LLG con las ecuaciones de Maxwell.
- **0bj.5.**- Discretizar las ecuaciones vistas en 0bj.4 usando el método FDTD [6]. Implementar programa (preferentemente en: python, c++, Fortran, matlab) .
- **0bj.6.**- Diseñar un problema básico para simularlo con la implementación realizada en 0bj.5. Obtener resultados y analizarlos.

Bibliografía básica:

- [1] Gilbert, Thomas L. "A phenomenological theory of damping in ferromagnetic materials." IEEE transactions on magnetics 40.6 (2004): 3443-3449.
- [2] Goldstein, Herbert, Charles Poole, and John Safko. "Classical mechanics." (2002): 782-783.
- [3] Pozar, David M. Microwave engineering. John wiley & sons, 2011.
- [4] Liu, C. "The computation of modified Landau-Lifshitz equation under an AC field." CMC-TECH SCIENCE PRESS- 5.2 (2007): 151.
- [5] Ramprasad, R., et al. "Magnetic properties of metallic ferromagnetic nanoparticle composites." Journal of applied physics 96.1 (2004): 519-529.

- [6] Taflove, Allen, Ardavan Oskooi, and Steven G. Johnson, eds. Advances in FDTD computational electrodynamics: photonics and nanotechnology. Artech house, 2013.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

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: