



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Desarrollo de un sistema electrónico para el barrido continuo de frecuencia en campos magnéticos triaxiales

Descripción general (resumen y metodología):

Los fluidos magnetorreológicos son materiales inteligentes formados por suspensiones de micropartículas magnéticas en un medio no magnético. Al aplicar un campo magnético externo, las partículas se agregan formando microestructuras cuya geometría depende de la intensidad, dirección y frecuencia del campo aplicado, así como del balance entre fuerzas magnéticas e hidrodinámicas. Estas microestructuras condicionan la respuesta macroscópica del material, por lo que su control resulta de interés en aplicaciones como actuadores, amortiguadores, microrobótica, sensores, materiales funcionales y sistemas biomédicos.

En el grupo Magnetic Soft Matter Group de la Universidad de Granada se emplean generadores de campos magnéticos triaxiales para estudiar y programar este tipo de microestructuras. En trabajos recientes del grupo se ha demostrado la importancia de variar la frecuencia del campo de forma continua, evitando interrupciones que alteren la estructura interna del material y, por tanto, la fiabilidad de las medidas magnetorreológicas. En particular, se demuestra que los barridos continuos de frecuencia permiten estudiar la transición entre estructuras dinámicas y estáticas sin perturbar la muestra.

El objetivo de este TFG es desarrollar un sistema electrónico de control para la generación de señales asociadas a campos magnéticos triaxiales con barrido continuo de frecuencia. A diferencia de sistemas basados en cambios discretos de configuración, se pretende implementar una estrategia en la que la frecuencia pueda modificarse de forma progresiva y controlada durante el experimento. El sistema podrá basarse en plataformas como ESP32, Red Pitaya u otras soluciones equivalentes, dependiendo del enfoque finalmente adoptado.

El trabajo incluirá el diseño del sistema de generación y control de señales, la programación del algoritmo de barrido de frecuencia, la integración con electrónica de potencia o circuitos resonantes, y la validación experimental de las señales generadas. El/la estudiante trabajará en un entorno multidisciplinar en el Laboratorio Singular en Tecnologías de la Universidad de Granada F2N2Lab.

Tipología: Trabajos experimentales, de toma de datos de campo o de laboratorio.

Objetivos planteados:

- Estudiar el estado del arte sobre generación electrónica de señales para campos magnéticos variables, sistemas resonantes y control de frecuencia en dispositivos experimentales de magnetorreología.
- Analizar los requisitos electrónicos del sistema de generación de campos magnéticos triaxiales empleado en el F2N2Lab, incluyendo rango de frecuencias, estabilidad de amplitud, sincronización y continuidad del barrido.
- Diseñar una estrategia de control que permita variar la frecuencia de forma continua o cuasi-continua, minimizando interrupciones en la señal aplicada.
- Implementar el sistema de control en una plataforma adecuada, como ESP32, Red Pitaya u otra solución basada en microcontrolador, FPGA o generación digital de señales.
- Desarrollar el software necesario para definir perfiles de frecuencia variables en el tiempo, controlar la amplitud de la señal y, si procede, sincronizar el sistema con otros equipos de

medida.

- Evaluar experimentalmente el sistema desarrollado mediante medidas eléctricas de frecuencia, amplitud, estabilidad, fase y reproducibilidad.
- Valorar la posible integración del sistema con el generador triaxial de campos magnéticos disponible en el laboratorio, atendiendo a criterios de seguridad eléctrica, robustez y facilidad de uso.

Bibliografía básica:

- N. Mohan, "Power Electronics: A First Course", Wiley, 2012
- R.S. Khandpur, "Printed Circuit Boards - Design, Fabrication, and Assembly"
- A. Rodriguez-Barroso, J. Ruiz-Nievas, J. C. Ruiz-Pelegrina, O. Martinez-Cano, G. Camacho and J. de Vicente, "Continuous Frequency Sweeping Magnetorheometry Based on Variable Inductance," IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 74, 2008910, 2025.
- M. Terkel and J. de Vicente, "Magnetorheology of exotic magnetic mesostructures generated under triaxial unsteady magnetic fields," Smart Materials and Structures, vol. 30, 014005, 2021.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomienda que el estudiante tenga interés por la electrónica aplicada a sistemas experimentales y por el desarrollo de instrumentación científica. Son especialmente útiles conocimientos básicos de programación en C/C++, Python, Arduino/ESP32, VHDL o entornos similares, así como familiaridad con generación de señales, adquisición de datos y control de dispositivos electrónicos.

También se valorarán conocimientos de electrónica analógica y de potencia, circuitos RLC, instrumentación, diseño de PCBs y manejo de herramientas de simulación o CAD electrónico. No es imprescindible tener experiencia previa en magnetorreología, aunque sí será importante la disposición para trabajar en un entorno multidisciplinar que combina electrónica, física aplicada, materiales inteligentes y experimentación de laboratorio.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: JUAN DE VICENTE ÁLVAREZ-MANZANEDA

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: jvicente@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: JOSE CARLOS RUIZ LOPEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: pelegrina@ugr.es

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: