



1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: Mecánica de fluidos magnéticos en fluidos rotatorios: formación de patrones

Descripción general (resumen y metodología):

Breve descripción del trabajo:

Este Trabajo de Fin de Grado se enmarca en la Física de Fluidos y, en particular, en el estudio de suspensiones magneto-reológicas: dispersiones de micropartículas magnéticas en un fluido newtoniano cuya microestructura y respuesta mecánica pueden controlarse mediante un campo magnético externo. El trabajo se centrará en campos estacionarios uniaxiales aplicados en la dirección del gradiente del campo de velocidad durante ensayos de cizalla, ya que bajo estas condiciones las partículas pueden autoorganizarse en estructuras anisótropas que, en determinados regímenes de intensidad de campo y tasa de cizalla, evolucionan hacia patrones laminares. Este fenómeno se ha documentado para suspensiones basadas en partículas magnéticas blandas, como el hierro carbonilo, y constituye un punto de partida sólido para comparación. La aportación diferencial de este TFG es que no se limitará al caso de partículas blandas, sino que abordará suspensiones formuladas a partir de mezclas de partículas magnéticas blandas y duras. La presencia de una fracción de partículas duras, con remanencia e histéresis, permite explorar cómo la memoria magnética afecta a la cinética de autoorganización bajo cizalla, a los umbrales de transición hacia estructuras laminares, a la estabilidad de dichas estructuras y, en última instancia, a la respuesta reológica macroscópica. Variando la composición blanda/dura a fracción volumétrica total fija, el trabajo buscará aislar el papel de la magnetización inducida típica de materiales blandos frente al papel de la remanencia en materiales duros, así como posibles efectos cooperativos cuando ambos tipos coexisten en la misma microestructura.

Metodología:

El estudio se desarrollará utilizando la instrumentación magneto-reológica disponible en el Laboratorio Singular F2N2Lab de la Universidad de Granada, configurada para aplicar un campo magnético DC uniaxial durante ensayos de cizalla controlada, junto con un sistema de observación óptica para registrar la evolución microestructural en tiempo real. En primer lugar se prepararán las suspensiones con fracción volumétrica total fija y proporciones blanda/dura definidas, siguiendo protocolos reproducibles de mezcla y homogeneización que minimicen agregación previa y aseguren condiciones iniciales comparables entre formulaciones. A continuación se realizarán ensayos reológicos sistemáticos fijando la intensidad de campo y variando la velocidad de deformación. De forma simultánea o sincronizada con los ensayos, se tomarán imágenes para visualizar directamente la formación de estructuras anisótropas y, en particular, la aparición de láminas bajo cizalla. Las secuencias de imagen se analizarán mediante herramientas desarrolladas por el grupo FQM-400 para cuantificar orientación y ordenamiento, estimar escalas características (p. ej., periodicidad o distancia entre láminas), medir tiempos de formación y caracterizar defectos o heterogeneidades. Finalmente, se integrarán los resultados reológicos y microestructurales en mapas de régimen (cizalla-composición) y se compararán con referencias previas para el caso de partículas blandas, destacando las diferencias introducidas por la fracción de partículas duras y por el uso de mezclas.

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

Objetivos planteados:

Objetivos planteados:

El objetivo principal es preparar suspensiones magneto-reológicas con fracción volumétrica total del 10% y composición variable en términos de proporción de partículas magnéticas blandas y duras, y caracterizar su comportamiento bajo cizalla en presencia de un campo magnético DC uniaxial alineado con el gradiente de velocidad. Se pretende determinar cómo la intensidad de campo y la velocidad de deformación controlan la transición microestructural hacia patrones laminares y cómo dicha transición depende de la composición blanda/dura. Paralelamente, se busca observar y cuantificar la microestructura inducida durante el ensayo mediante videomicroscopía, extrayendo métricas objetivas (periodicidad, grosor y espaciado) que permitan correlacionar la organización interna con magnitudes reológicas (viscosidad de cizalla). Finalmente, se realizará una comparación con el estado del arte basado en suspensiones de partículas blandas, con el fin de delimitar qué aspectos del “layering” bajo cizalla son universales y cuáles se modifican al introducir partículas duras.

Bibliografía básica:

Bibliografía:

J. R. Morillas and J. de Vicente, Magnetorheology: a Review, *Soft Matter*, 16, 9614-9642, 2020.
G. Camacho, J. R. Morillas and J. de Vicente, Self-assembly of Magnetic Colloids under Unsteady Fields, *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 76, 101903, 2025.
Ó. Martínez-Cano, J. R. Morillas, M. Cvek, J. Ramirez and J. de Vicente, High-speed videomicroscopy of sheared carbonyl iron suspensions, *Smart Materials and Structures*, 32, 025004, 2023.
Ó. Martínez-Cano, J. R. Morillas, J. Ruiz-Nievas, G. Camacho, A. Rodríguez-Barroso, J. Ramirez and J. de Vicente, High-speed Videomicroscopy and Magnetorheology under Triaxial Unsteady Magnetic Fields, *Physical Review E*, 111, 025415, 2025.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

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: JOSÉ RAFAEL MORILLAS MEDINA

Ámbito de conocimiento/Departamento: FÍSICA APLICADA

Correo electrónico: jmorillas@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: IGNACIO MATA GOMEZ

Correo electrónico: imata@correo.ugr.es