

PROPUESTA B para TFG Ingeniería Electrónica Industrial

Título: Métodos de excitación de ondas de cizalla para elastografía transluminal

Plazas: 1

Grado: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial

Departamento: Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica

Tipología: Resolución de problemas en el ámbito de la ingeniería y la arquitectura.

Curso: curso 2025/2026

Profesor proponente tutor: Antonio Jesús Gómez Fernández (ajgomez@ugr.es)

Cotutor externo: Arthur Jaccottet (a.jaccottet@ucl.ac.uk) de University College London

Descripción general (resumen y metodología):

La elastografía transluminal es un concepto de imagen médica que el Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada está desarrollando en conjunto con la University College London de Reino Unido. Este concepto se basa en el análisis de ondas de cizalla generadas y detectadas desde un lumen, es decir, una cavidad del cuerpo humano. Las ondas de cizalla interactúan con el tejido que rodea el lumen, generando reflexiones cuando se encuentran con una zona cuya elasticidad es diferente a la del resto del tejido. Estas reflexiones pueden ser usadas para reconstruir características de la zona con diferente elasticidad, por ejemplo, su localización, tamaño y variación de propiedades elásticas. La primera aplicación médica de esta técnica es la identificación del cáncer de próstata, ya que los tumores en la próstata son normalmente más rígidos que el tejido sano adyacente. Una segunda aplicación en la que el Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada trabaja es la de monitorizar y evaluar tratamientos focales de ablación térmica del cáncer de próstata. Un Trabajo Fin de Grado (TFG) del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial del curso 2022/2023, concluyó de manera exitosa que existe una relación significativa entre la temperatura en tratamientos de ablación y el cambio en las propiedades elásticas de tejido ex vivo bovino.

Una tarea importante asociada a esta línea de investigación es la de definir la fuente de ondas de cizalla más óptima. Para ello, es necesario realizar un estudio comparativo entre diversas alternativas. Con este objetivo, se optimizarán protocolos de excitación usando actuadores electromecánicos de acción rotatoria y también axial. En una primera fase, el estudio se basará en simulaciones mediante el Método de los Elementos Finitos (MEF). En una segunda fase, se realizarán observaciones experimentales en fantasmas, reconstruyéndose mediante ultrasonidos los patrones de propagación de onda asociados a cada alternativa. En una tercera fase, se planteará el diseño y optimizado de un sistema de ajuste de la señal de entrada del actuador para conseguir el movimiento de salida deseado, en este caso, un pulso corto con una cola de inercia muy atenuada.

Este TFG se hará bajo la co-supervisión de Mr. Arthur Jaccottet, investigador predoctoral de la University College London contratado en el proyecto de elastografía transluminal TUSWE, y que será de gran ayuda en la consecución de los objetivos del TFG. El tutor principal de este TFG, Antonio Gómez, es también co-líder del proyecto TUSWE en Reino Unido, y co-director de doctorado de Mr. Jaccottet.

Objetivos planteados:

Diseñar, comparar y optimizar diversos métodos de generación de ondas de cizalla para su uso en elastografía transluminal.

Bibliografía básica:

- A. Gomez; A. Callejas; G. Rus; N. Saffari. 2022. Experimental Evidence of Shear Waves in Fractional Viscoelastic Rheological Models. Scientific Reports Nature, 12:7448.
- A. Gomez; G. Rus; N. Saffari. 2021. Wave Propagation in a Fractional Viscoelastic Tissue Model: Application to Transluminal Procedures. Sensors, 21:2778.
- A. Gomez; M. Hurtado; A. Callejas; J. Torres; N. Saffari; G. Rus. 2021. Experimental Evidence of Generation and Reception by a Transluminal Axisymmetric Shear Wave Elastography Prototype. Diagnostics, 11:6454.
- R. Chopra; A. Arani; Y. Huang; M. Musquera; J. Wachsmuth; M. Bronskill; D. Plewes. 2009. In vivo MR elastography of the prostate gland using a transurethral actuator. Magnetic Resonance in Medicine, 62(3):665–71.
- A. Arani; D. Plewes, R. Chopra. 2011. Transurethral prostate magnetic resonance elastography: prospective imaging requirements. Magnetic Resonance in Medicine, 65(2):340–9.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Animamos a los estudiantes de último año del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial a embarcarse en este excitante proyecto. Puede ser particularmente atractivo a aquellos estudiantes con interés en tecnología médica. Son ya 10 los estudiantes del Grado de Ingeniería Electrónica que han realizado de forma muy satisfactoria su TFG con el Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada.

Se recomienda contactar con el profesor responsable de la propuesta antes de solicitarla (ajgomez@ugr.es). Sería relevante tener nociones en física de ondas, mecánica básica y métodos numéricos, así como destreza en programación en lenguaje Matlab y/o Python.

La presente propuesta es transversal a diversas líneas de investigación ya existentes en el Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada, por lo que, si los resultados de investigación del proyecto son positivos, surgirán sinergias para dar continuidad al proyecto, así como posibilidades de buscar financiación en planes de investigación nacionales, regionales y propios de la universidad.

Para aquellos estudiantes con interés en una carrera académica y de investigación: las ayudas para la Formación del Profesorado Universitario (FPU) son las ayudas por excelencia para realizar estudios de doctorado en España. Contribuyen con el salario y coste laboral del investigador predoctoral durante 4 años, así como con financiación para realizar estancias de investigación en otros centros. Entre los requisitos para solicitarlas se encuentra el tener una nota alta en el expediente académico del Grado, en Ingeniería >7.5. Es de vital importancia involucrarse en investigación desde una etapa temprana, apoyándose en grupos de investigación sólidos y punteros para desarrollar el TFG y el TFM, de forma que el esfuerzo puesto en estos proyectos se materialice en publicaciones científicas y actividades de divulgación que servirán para fortalecer el currículum del candidato a beca FPU. El Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada tiene, en este aspecto, amplia experiencia, habiendo formado y contribuido a la carrera académica e investigadora de más de 12 doctores y candidatos a doctor hasta la fecha, uno de ellos proveniente del Grado de Ingeniería Electrónica Industrial de la Universidad de Granada.