

PROPUESTA C para TFG Ingeniería Electrónica Industrial

Título: Estudio sobre la interacción constructiva-destructiva de ondas mecánicas generadas desde la superficie en tejidos blandos y sus aplicaciones médicas.

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 2024/2025

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

Cotutor de la UGR: Antonio Manuel Callejas Zafra (acallejas@ugr.es)

Descripción general (resumen y metodología):

Como propuesta novedosa dentro de la matriz del Grupo de Ultrasonidos de la Universidad de Granada, se está explorando la interacción de ondas de superficie tipo Lamb, Rayleigh y Love con fines médicos. Las ondas de superficie tienen la particularidad de sufrir una menor atenuación con respecto a sus homologas ondas volumétricas. Además, la forma en la que son introducidas en el tejido genera también propagación hacia el interior del mismo. Son de interés los fenómenos mecánicos que se generan con la interacción de frentes de ondas. Por ejemplo, se pueden dar situaciones donde la tensión de cizalla aumente, pudiendo generar fragmentación del tejido, algo que puede ser de utilidad para ciertas terapias médicas.

Un Trabajo Fin de Grado (TFG) del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial, con finalización en el curso actual 2023/2024, ha consistido en el diseño y validación de un sistema experimental para la generación de ondas de superficie y la reconstrucción del campo de desplazamientos de las partículas debido al paso de la onda de superficie. El sistema usa un vibrador de alta frecuencia para la generación de ondas de superficie en fantomas tipo rebanada, y una sonda de ultrasonidos para detectar del campo de desplazamientos generado por paso de la onda. Divergiendo, pero con origen en este trabajo, se plantea un estudio para explorar los campos de tensiones, deformaciones y desplazamientos, generados por actuadores de tipo anillo en formato pistón y torsión. Para ello, en una primera fase, se realizarán modelos computacionales basado en el Método de los Elementos Finitos (MEF). En una segunda fase, se realizarán experimentos en fantomas de tejidos blandos que replicarán las simulaciones realizadas. En una tercera fase, se compararán los resultados de las distintas alternativas y se propondrán posibles aplicaciones médicas en función de los distintos fenómenos mecánicos generados.

Objetivos planteados:

Explorar los fenómenos constructivos-destructivos resultantes de la interacción de ondas mecánicas superficiales y volumétricas generadas desde la superficie de tejidos blandos, así como la propuesta de aplicaciones médicas que aprovechen dichos fenómenos.

Bibliografía básica:

- J. Torres; A. Callejas; A. Gomez; G. Rus. 2023. Optical micro-elastography with magnetic excitation for high frequency rheological characterization of soft media. *Ultrasonics*, 132:107021.
- A. Gomez; G. Rus; N. Saffari. 2021. Wave Propagation in a Fractional Viscoelastic Tissue Model: Application to Transluminal Procedures. *Sensors*, 21:2778.
- A. Callejas; A. Gomez; J. Melchor; M. Riveiro; P. Masso; J. Torres; M. López; G. Rus. 2017. Performance Study of a Torsional Wave Sensor and Cervical Tissue Characterization Sensors, 17:2078.
- I. Nenadic; M. Urban; S. Mitchell; J. Greenleaf. 2011. Lamb wave dispersion ultrasound Vibrometry method for quantifying mechanical properties of viscoelastic solids. *Physics in Medicine and Biology*. 56:2245-2264.
- I. Nenadice; M. Bernal; J. Brum; J-L. Gennisson; M. Pernot; J. Greenleaf; M. Tanter; M. Urban. 2014. Recovering shear wave velocity in boundary sensitive media with two-dimensional motion tracking. *IEEE International Ultrasonic Symposium*. 10.1109/ULTSYM.2014.0268

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 6 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 MEF, 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. Una vez superado este requisito, la nota del expediente académico pesará un 70% en la calificación, mientras que el restante 30% se obtendrá de evaluar la trayectoria científica del candidato. Es en este apartado, donde reside la importancia de 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 completar ese 30% de la calificación de la ayuda 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.