

▪ ATRÁS

◦ Premio Extraordinario de Doctorado 2015-16 (Ingeniería y Arquitectura)

## MECHANICS OF NONLINEAR ULTRASOUND IN TISSUE

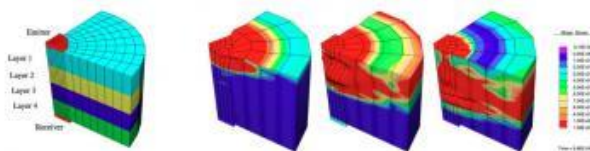


Figure 1. Left: geometry, layers, transducers and mesh. Following pictures: three instants of torsional propagation  $t=280, 460$  and  $680 \mu s$ , using a simpler mesh.

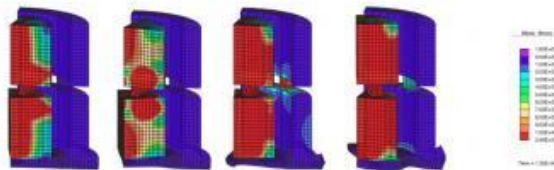


Figure 2. Torsional transducer at instants  $t = 9, 38, 117, 135 \mu s$ . Tissue is the soil.



Modelización de sensor de ondas de torsión para medición de parámetros mecánicos del tejido

### Resumen

El entendimiento de los tejidos desde el punto de vista de la mecánica supone un reto matemático con consecuencias en la Medicina, Ingeniería y el avance de la tecnología biomédica con el objetivo es mejorar la calidad de vida de los pacientes. En esta tesis se propone un esquema unificado de las teorías no lineales en mecánica, dado que el comportamiento de los tejidos es altamente no lineal. Este desarrollo se combina con el enfoque del análisis armónico en ultrasonidos. Esta relación se establece debido a que las ondas ultrasónicas son la tecnología idónea debido a su naturaleza no invasiva para interrogar la materia y en este caso el tejido. A través de estas técnicas se pueden establecer los parámetros que determinan su grado de patología o anomalía explorando por tanto el potencial diagnóstico bajo punto de vista.

El extenso trabajo teórico se ve complementado con el desarrollo electrónico de un nuevo sensor de ondas de torsión manufacturado en el Laboratorio de Ultrasonidos de la Universidad de Granada. Las pruebas experimentales que permiten estimar los nuevos parámetros derivados en la tesis para diferentes materiales hiperelásticos y tejidos en distintos supuestos y configuraciones experimentales también fueron llevados a cabo en dicho laboratorio.

Para el desarrollo teórico y derivación de nuevos modelos se ha colaborado con la Facultad de Matemáticas Alan Turing de la Universidad de Manchester en Reino Unido y para el estudio experimental combinando nuevas configuraciones experimentales en acústica ultrasónica, junto al Laboratorio de Imagen Biomédica de la Facultad de Medicina René Descartes perteneciente a la universidad Paris VI -Pierre et Marie Curie de Sorbonna Universities en Paris, Francia.

Los resultados de esta investigación han dado lugar a numerosas publicaciones internacionales, varias patentes, la creación de una spin-off, premios y varios proyectos y becas de investigación a nivel nacional e internacional.

Algunas de las aportaciones más significativas que se han derivado de este estudio es la contribución a la predicción del parto prematuro, la creación de cartilago artificial y nuevos avances y aplicaciones para ingeniería tisular.

Juan de la Cierva Incorporación (A la expectativa de comenzar). Departamento de Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, Universidad de Granada <http://meih.ugr.es/>

Instituto de Investigación Biosanitaria Granada, grupo Biomecánica <https://www.ibsgranada.es>

Unidad de Excelencia Modeling Nature, MNat <http://www.modelingnature.org>

## **Algunas de las aportaciones más importantes derivadas de esta Tesis doctoral**

- Melchor, J., Parnell, W. J., Bochud, N., Peralta, L., & Rus, G. (2019). Damage prediction via nonlinear ultrasound: A micro-mechanical approach. *Ultrasonics*, 93, 145-155.
- Muñoz, R., & Melchor, J. (2018). Nonlinear Classical Elasticity Model for Materials with Fluid and Matrix Phases. *Mathematical Problems in Engineering*, 2018.
- Melchor, J., Muñoz, R., & Rus, G. (2017). Torsional ultrasound sensor optimization for soft tissue characterization. *Sensors*, 17(6), 1402.