



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

***“Desarrollo de equipo para la medición
del módulo de elasticidad en madera”***

AUTHOR:

Daniel Jesús Sánchez Sánchez

SUPERVISED BY:

Prof. Andrés Roldán Aranda

DEPARTMENT:

Electronics and Computers Technologies

“Desarrollo de equipo para la medición del módulo de elasticidad en madera”

Daniel Jesús Sánchez Sánchez

PALABRAS CLAVE:

TIK, Altium, Chopo, SolidWorks, GranaSAT, END, Electrónica, FreeRTOS, LIFE Wood For Future, CAD, EDA, Diseño de PCB, UIMA, Onda Acústica, ADC, I2S, MoE.

RESUMEN:

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo avanzar en el desarrollo de un dispositivo electrónico portátil para evaluar la rigidez de la madera —en árboles en pie, trozas y tablas— mediante **ENSAYO NO DESTRUCTIVO (END)** basados en el análisis de ondas acústicas. El parámetro principal es el **Modulo de Elasticidad (MoE)**: a partir del tiempo de vuelo entre dos sondas piezoeléctricas separadas una distancia conocida, y con la densidad del material, se estima la velocidad de propagación y, con ella, el módulo de elasticidad. El trabajo integra dos TFG previos desarrollados en paralelo: el de Antonio Morales Díaz (2023/2024), centrado en la adquisición y procesado de señal acústica, y el de Juan Manuel Martín Lucena, enfocado en el diseño y mejora del hardware y la mecánica del equipo. El objetivo es entregar un sistema más robusto, completo y funcional.

Además de la aportación técnica, el proyecto persigue contribuir a la recuperación del cultivo de chopo en la Vega de Granada, donde su presencia ha disminuido en las últimas décadas. La herramienta propuesta pretende apoyar su reactivación mostrando su potencial en aplicaciones estructurales y de producto. La recuperación de choperas tendría un impacto ambiental (captura de CO₂ y fomento de biodiversidad) y socioeconómico (empleo y dinamización del sector maderero local). Este TFG se ha realizado en colaboración con el grupo GranaSAT, especializado en electrónica aeroespacial, cuya experiencia ha facilitado el avance técnico del prototipo.

El **Tree Inspection Kit (TIK)** es un dispositivo portátil e innovador basado en una técnica no invasiva de análisis acústico. Para su validación partí de un equipo heredado con estado funcional incierto; fue necesaria una fase de ingeniería inversa y ensayos sucesivos que revelaron errores en electrónica y mecánica. A partir de ello se planteó un rediseño del sistema: revisión de la **PCB** (dimensionado, encaminado y puntos de test), ajustes en la cadena de adquisición y acondicionamiento, y consolidación del firmware con **FreeRTOS** para adaptar tareas y periféricos a los nuevos requisitos. El proceso ha seguido las etapas de especificación, rediseño, verificación experimental y documentación.

En conjunto, este TFG aplica los conocimientos adquiridos a lo largo del grado para cubrir una fase clave previa a una posible transferencia del prototipo: justificación, metodología, resultados, limitaciones y líneas futuras. La memoria recoge de forma ordenada las decisiones técnicas y las mejoras propuestas, con el fin de acercar el sistema a un producto fiable y utilizable en campo.