



GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

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

AUTOR:

Juan Manuel Martin Lucena

TUTOR:

Prof. Andrés Roldán Aranda

Dpto:

Electrónica y Tencologías de Computación

Curso Académico:

2023/2024

Development of Equipment for Measuring the Modulus of Elasticity in Wood

Juan Manuel Martin Lucena

KEYWORDS:

TIK, LIFE Wood For Future, GranaSAT, UIMA poplar, END, acoustic wave, Embedded System, RTOS, Firmware, PCB, CAD, EDA, Time of Flight.

ABSTRACT:

This Final Degree Project aims to continue the development of a portable electronic device capable of measuring the stiffness of wood in trees, logs, and boards using non-destructive testing (END) by analyzing acoustic waves. The Modulus of Elasticity is used as an indicator. This work focuses on the development and improvement of the hardware, software, and mechanics, leaving the process of signal acquisition and subsequent analysis to my colleague Antonio Morales, as described in his Final Degree Project in Telecommunications also completed during the 2023/2024 academic year.

This project is part of the LIFE Wood For Future project at the University of Granada (UGR), financially supported by the program of the European Union (EU). The goal is to revive poplar cultivation, which has significantly declined in Spain and specifically in the Vega of Granada. The project seeks to demonstrate the viability of using poplar wood in the production of structures for homes and fruit crates, among many other applications. Restoring poplar groves in Granada would economically benefit the city by adding an industry to the metropolitan area, thereby creating new local jobs. Additionally, it would fundamentally support the creation of a sustainable industry, improve biodiversity, and increase carbon dioxide absorption rates to reduce the pollution present in Granada, which is exacerbated by its poor orographic position. The work has been developed in collaboration with the aerospace electronics group GranaSAT and the research group UIMA.

The equipment being further developed, known as the Tree Inspection Kit (TIK), is an innovative portable tool that, through a non-invasive diagnostic technique, aims to measure the time of flight of an acoustic wave inside the material being tested. Additionally, by knowing its MoE, we can classify the wood piece. This is achieved using two piezoelectric probes embedded in the wood and separated by a known distance. The propagation speed translates into the modulus of elasticity, given that the material's density is known.

We have worked with equipment whose functional status was initially unknown. Through investigation and testing, we overcame and resolved identified errors, moving on to a new design phase to correct the errors found in the electronic and mechanical sections, and developing the software section. This process followed stages of requirements specification, design, and manufacturing of the printed circuit boards (PCB), as well as the continuation of the initially implemented real-time operating system (RTOS).

The objective of this Final Degree Project is to demonstrate the knowledge acquired during the engineering degree, encompassing the capabilities of analysis, design, and manufacturing of a product in its pre-commercialization phase. Therefore, knowledge of both mechanical and electronic design software that was not covered during the degree was required. Finally, the entire process is documented in this report.

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

Juan Manuel Martin Lucena

PALABRAS CLAVE:

TIK, LIFE Wood For Future, , GranaSAT, UIMA chopo, END, onda acústica, Sistema empotrado, RTOS, Firmware, PCB, CAD, EDA, Tiempo de vuelo.

RESUMEN:

El presente Trabajo de Fin de Grado busca continuar con el desarrollo de un equipo electrónico portátil que sea capaz de medir la rigidez de la madera de árboles, trozas y tablas usando ensayos no destructivos (END) utilizando para ello el análisis de ondas acústicas. Como indicador se usa el Módulo de Elasticidad. El presente trabajo se centra en el desarrollo y mejora del hardware, software y mecánica dejando el proceso de adquisición de señales y su posterior análisis al compañero Antonio Morales redactado en su Trabajo de Fin de Grado de Telecomunicaciones también realizado el curso 2023/2024

Este trabajo se enmarca en el proyecto LIFE Wood For Future de la Universidad de Granada UGR sustentado económicamente por el programa de la Unión Europea UE. El objetivo es recuperar el cultivo de chopo tan mermado en España y en concreto, en la Vega de Granada. Con ello se busca demostrar la viabilidad de la madera en la producción de estructuras para los hogares y de cajas para la fruta (entre otros muchos). Recuperar las choperas en Granada beneficiaría económicamente la ciudad añadiéndole una industria en el área metropolitana de la ciudad creando nuevos puestos de trabajo locales. Además, fundamentalmente se apoyaría la creación de una industria sostenible mejorando la biodiversidad y aumentando la tasa de absorción del dióxido de carbono para reducir la contaminación presente en la ciudad de Granada por su mala posición orográfica. El trabajo se ha desarrollado con la colaboración del grupo de electrónica aeroespacial GranaSAT, y el grupo de investigación UIMA.

Tree Inspection Kit (TIK) es una herramienta innovadora portátil que realizando el diagnóstico mediante una técnica no invasiva, busca medir el tiempo de vuelo de una onda acústica en el interior del material a ensayar. Además conociendo su MoE somos capaces de clasificar la pieza de madera. Para ello se utilizan dos sondas piezoeléctricas clavadas en la madera y separadas una distancia conocida. La velocidad de propagación deriva en el módulo de elasticidad conociendo previamente la densidad del material.

Se ha trabajado con un equipo que inicialmente desconocemos su estado de funcionalidad (proceso de ingeniería inversa). Investigando y ensayando sobre él se han superado y solucionado errores encontrados para así, pasar a una etapa de nuevo diseño remediando los errores encontrados en el apartado electrónico y mecánico y desarrollando además, el apartado de software. Para ello se han seguido unas etapas de especificación de requisitos, diseño y fabricación de las placas de circuitos impresos PCB, así como la continuación del sistema operativo implementado inicialmente RTOS.

Este proyecto final de grado tiene como objetivo demostrar los conocimientos adquiridos durante el grado de ingeniería realizado abarcando las capacidades de análisis, diseño y fabricación de un producto en su fase previa a la de comercialización. Por tanto, se han necesitado conocimientos en programas de diseño asistido; tanto mecánico como electrónico, que no habían sido dados durante el grado. Y por último, la documentación de todo el proceso en la presente memoria.