



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Facultad de Ciencias

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

2024/2025

**Dispositivo de control de
experimentos de fototermia láser con
ESP32**

Autor: Esteban Sánchez, Rubén

Tutor académico: Iglesias Salto, Guillermo

Resumen

El presente Trabajo Fin de Grado tiene como objetivo principal el diseño y desarrollo de un sistema de control para experimentos de fototermia láser, utilizando como plataforma base el microcontrolador ESP32. El dispositivo es capaz de gestionar tanto la activación de varios láseres mediante modulación por ancho de pulsos, como el posicionamiento preciso de motores paso a paso, todo ello a través de una interfaz gráfica implementada en una pantalla táctil LCD TFT. Para ello, se ha desarrollado un software embebido empleando el entorno PlatformIO sobre Visual Studio Code, y se ha diseñado una placa de circuito impreso (PCB) en Altium Designer, que integra todos los componentes electrónicos necesarios. Además, se ha implementado una aplicación móvil utilizando MIT App Inventor, que permite el control remoto del sistema mediante comunicación Bluetooth. El proyecto incluye también el diseño y fabricación de una carcasa mecánica personalizada mediante impresión 3D, que garantiza la protección y accesibilidad adecuada de los elementos internos. Se incorporó una fuente de alimentación conmutada de doble salida para satisfacer los distintos requerimientos energéticos del sistema. Se llevaron a cabo pruebas funcionales del hardware, la interfaz gráfica y la conexión con una base de datos en la nube a través del protocolo HTTPS. Los resultados demuestran la viabilidad del sistema para controlar de forma precisa y remota experimentos de fototermia, sentando las bases para futuras mejoras e implementaciones más avanzadas.

Palabras clave: Fototermia láser, ESP32, control remoto, interfaz gráfica, impresión 3D.

Abstract

The present Bachelor's Thesis aims to design and develop a control system for laser photothermal experiments, using the ESP32 microcontroller as the core platform. The device is capable of managing both the activation of multiple lasers through pulse-width modulation and the precise positioning of stepper motors, all operated via a graphical interface implemented on a TFT LCD touchscreen. For this purpose, embedded software was developed using the PlatformIO environment within Visual Studio Code, and a printed circuit board was designed in Altium Designer to integrate all necessary electronic components. In addition, a mobile application was created using MIT App Inventor, enabling remote system control via Bluetooth communication. The project also includes the design and fabrication of a custom mechanical enclosure using 3D printing, ensuring proper protection and accessibility of internal components. A dual-output switching power supply was incorporated to meet the system's diverse power requirements. Functional tests were conducted on the hardware, graphical interface, and the connection to a cloud database via the HTTPS protocol. The results demonstrate the system's feasibility for precise and remote control of photothermal experiments, laying the foundation for future improvements and more advanced implementations.

Key words: Laser photothermia, ESP32, remote control, graphical interface, 3D printin