

Proyecto Final de carrera de Grado en Ingeniería en Mecatrónica

Diseño y Desarrollo de un Prototipo de Controlador Ambiental para una Cámara de Germinación

Autor: Flores, Rolando Eduardo.

Tutor: Ing. Hachmann, Germán.

Profesores de la cátedra: Ing. Terenzano, Ignacio; Ing. Adente,
Guillermo.

28/02/2025

Concordia, Entre Ríos

RESUMEN

Este documento presenta el diseño y desarrollo de un prototipo de controlador para una cámara de germinación, elaborado como proyecto final para la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica.

El proyecto pretende contribuir a mejorar las condiciones para el estudio del crecimiento de plántulas y microorganismos fotosintéticos, respondiendo a la necesidad manifestada por el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Alimentación. Actualmente, este laboratorio utiliza una heladera exhibidora con control básico de temperatura y carece de monitoreo integral de variables como humedad e iluminación, lo que compromete la calidad y reproducibilidad de los resultados. Esta problemática se extiende a otros laboratorios con recursos limitados, ya que el alto costo y la falta de flexibilidad de las cámaras de germinación comerciales dificultan la investigación en ambientes controlados.

Para abordar esta situación, se propone un prototipo de controlador adaptable y de bajo costo que regula automáticamente variables climáticas como la temperatura, humedad e iluminación. Está basado en el microcontrolador STM32F103C8T6 (*Blue Pill*), programado para gestionar sensores y actuadores que controlan las condiciones dentro de un entorno cerrado.

Los sensores seleccionados incluyen el DS18B20 para medir temperatura, el DHT22 para monitoreo de humedad relativa, el ACS712 para medir el consumo eléctrico y el LM393 para detectar perturbaciones. Además, se integra un módulo ESP-01 para conectividad Wi-Fi.

El desarrollo del prototipo incluye el diseño de una placa de circuito impreso (PCB), junto con una Interfaz Humano-Máquina (HMI) intuitiva que facilite la configuración. Las pruebas preliminares realizadas en un protoboard demostraron la funcionalidad del sistema, validando tanto el control de actuadores como la regulación de variables. Además, las simulaciones de comportamiento en un espacio cerrado, confirmaron su capacidad para ajustar las variables ambientales según los parámetros establecidos.

Desde el punto de vista económico, esta solución representa una alternativa más accesible en comparación con los sistemas comerciales existentes, ofreciendo un rendimiento similar a un menor costo. Con un ahorro de hasta el 73 % respecto a la alternativa comercial (modelo TE-409), esta solución es viable para laboratorios con limitaciones presupuestarias.

Las conclusiones destacan que el prototipo cumple con los objetivos propuestos, demostrando su viabilidad técnica para ser implementado en una PCB y posteriormente, adaptado a una estructura de heladera comercial.

El impacto del proyecto se extiende más allá del laboratorio impulsor, beneficiando directamente a otros centros de investigación.

Palabras clave: Controlador ambiental, Cámara de germinación, HMI (Interfaz Humano-Máquina), Fitotron.

SUMMARY

This document presents the design and development of a controller prototype for a germination chamber, produced as a final project for the attainment of the degree of Mechatronics Engineer.

The project aims to contribute to improving the conditions for studying the growth of seedlings and photosynthetic microorganisms, responding to the need expressed by the Biochemistry Laboratory of the Faculty of Food Sciences. Currently, this laboratory uses a display refrigerator with basic temperature control and lacks comprehensive monitoring of variables such as humidity and lighting, which compromises the quality and reproducibility of the results. This issue extends to other laboratories with limited resources, since the high cost and lack of flexibility of commercial germination chambers hinder research in controlled environments.

To address this situation, an adaptable and low-cost controller prototype is proposed that automatically regulates climatic variables such as temperature, humidity, and lighting. It is based on the STM32F103C8T6 microcontroller (Blue Pill), programmed to manage sensors and actuators that control the conditions within a closed environment.

The selected sensors include the DS18B20 to measure temperature, the DHT22 for monitoring relative humidity, the ACS712 to measure electrical consumption, and the LM393 to detect disturbances. In addition, an ESP-01 module is integrated for Wi-Fi connectivity.

The development of the prototype includes the design of a printed circuit board (PCB), along with an intuitive Human-Machine Interface (HMI) that facilitates configuration. Preliminary tests conducted on a breadboard demonstrated the functionality of the system, validating both the control of actuators and the regulation of variables. Moreover, simulations of behavior in a closed space confirmed its ability to adjust environmental variables according to the established parameters.

From an economic standpoint, this solution represents a more accessible alternative compared to existing commercial systems, offering similar performance at a lower cost. With savings of up to 73% compared to the commercial alternative (model TE-409), this solution is viable for laboratories with budget limitations.

The conclusions highlight that the prototype meets the proposed objectives, demonstrating its technical feasibility to be implemented on a PCB and later adapted to a commercial refrigerator structure.

The impact of the project extends beyond the laboratory that initiated it, directly benefiting other research centers.

Keywords: Environmental Controller, Germination Chamber, HMI (Human-Machine Interface), Fitotron.