

Sistema de control híbrido PI-difuso del cultivo de cáñamo en invernadero con tecnología IoT

Autor: Jorge Atilio Zarza Mora **Tutores:** Daisy Kang, René Ayoroa.

Correo electrónico: jorgezarzamora@gmail.com

Filiación: Facultad Politécnica de la Universidad Nacional del Este

Palabras clave: Cáñamo, Control PI, Lógica difusa, IoT, Monitoreo

INTRODUCCIÓN

El cáñamo hembra presenta numerosos usos, pero su cultivo requiere un control preciso del microclima. Este trabajo aborda el problema a través del control automático de variables críticas mediante un sistema embebido con Internet de las Cosas (IoT), que automatiza el riego e iluminación mediante controladores difuso y Proporcional-Integral (PI), respectivamente. Una gestión más estable de estas variables se asocia con menor estrés hídrico, mejor asimilación de nutrientes y reducción de enfermedades fúngicas, además de un uso más racional de los recursos.

OBJETIVOS

Desarrollar un sistema automatizado de riego e iluminación con monitoreo de temperatura ambiente y pH del agua para el cultivo de cáñamo hembra en invernadero integrando tecnología IoT

METODOLOGÍA

El trabajo se desarrolla en dos partes: **1. Software:** Se utilizó MATLAB/Simulink en el diseño y validación del control PI, Arduino IDE para el desarrollo del código en Lenguaje C y un entorno de simulación wokwi (Fig. 1) **2. Hardware:** se utilizaron los siguientes materiales para la construcción del prototipo: Microcontrolador ESP32, Sensores fotorresistores, sensor de humedad del suelo con sonda anticorrosiva, sensor de pH 201DH, módulo dimmer AC, Fuente de alimentación externa 5V, otros componentes electrónicos (Fig. 2).

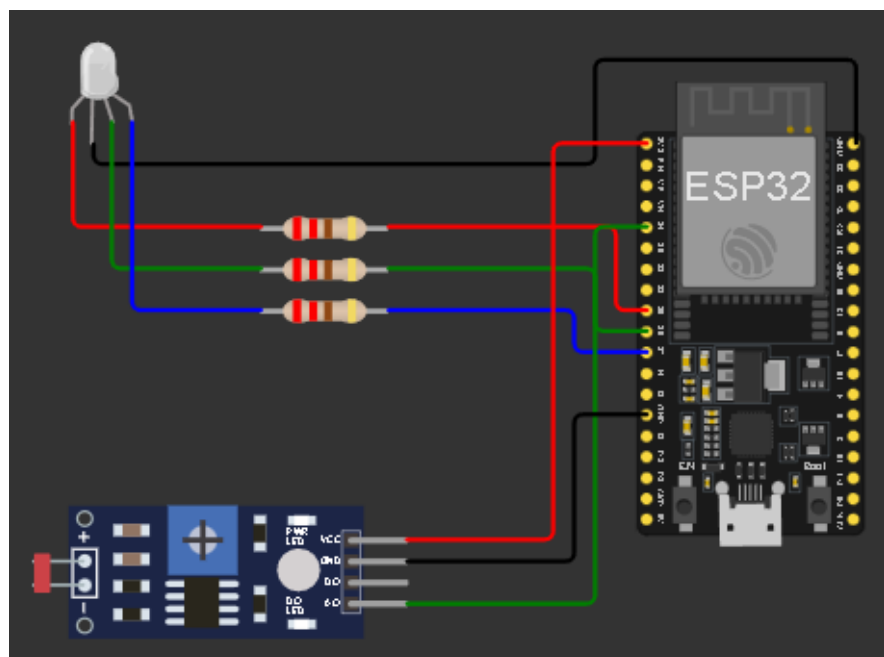


Fig. 1 Prototipo inicial en el entorno wokwi

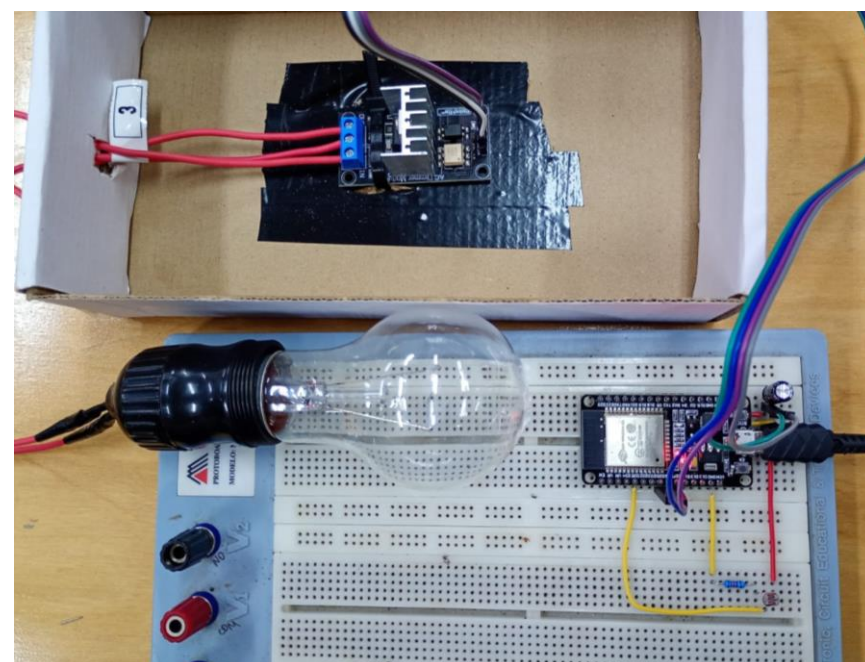


Fig. 2 Prototipo de hardware construido en laboratorio

RESULTADOS

El trabajo actualmente presenta resultados preliminares. Las simulaciones en WOKWI del controlador (PI) para el sistema de control de luminosidad mostraron que este mantiene los niveles de iluminación dentro de los parámetros deseados. Además, el prototipo funcional (Fig. 2), corroboró el funcionamiento del sistema en condiciones controladas de laboratorio. Por último, se evaluaron las condiciones reales del entorno de un invernadero de cáñamo (Fig. 3) para determinar la viabilidad de la instalación del prototipo en un entorno productivo.

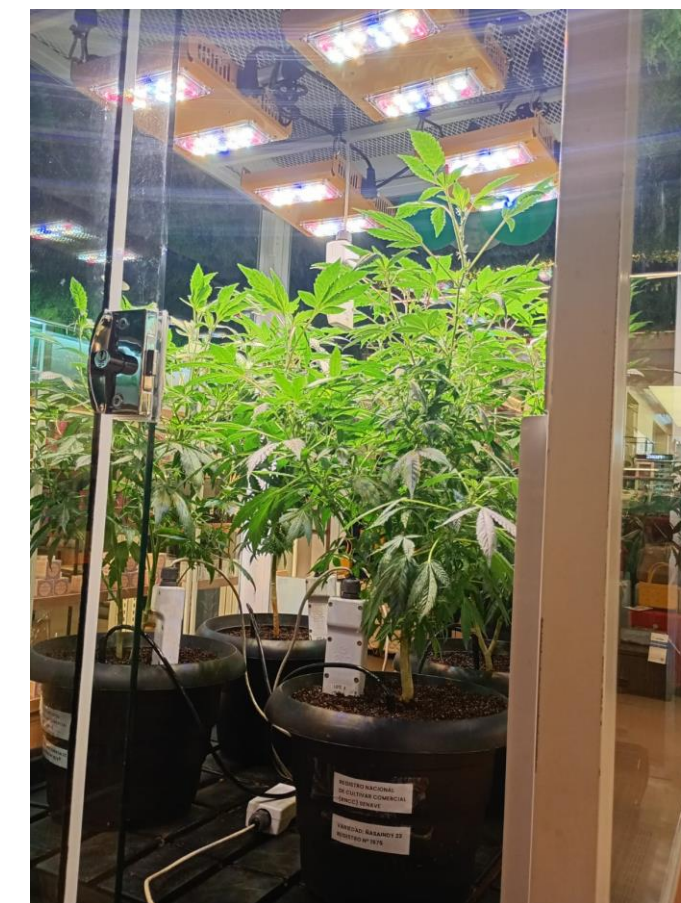


Fig. 3 Invernadero de cáñamo para instalación del prototipo.

CONCLUSIONES

El trabajo ha alcanzado una etapa preliminar satisfactoria, en la que se ha validado el funcionamiento del sistema de control de luminosidad tanto a nivel de simulación como de prototipado en laboratorio. Las simulaciones en WOKWI confirmaron la estabilidad y precisión del controlador PI, mientras que el prototipo funcional permitió comprobar la viabilidad del diseño en condiciones reales de prueba. Además, la evaluación del entorno de un invernadero de cáñamo confirmó que existen condiciones adecuadas para una futura implementación del sistema. Estos avances constituyen una base sólida para continuar con la integración y prueba del sistema en un entorno productivo.

REFERENCIAS

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Reglamentación del cáñamo industrial en Paraguay, 2019.
- J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," Future Generation Computer Systems, vol. 29, no. 7, pp. 1645–1660, 2013.



(+595 984) 942 700



@facitec.unican



facitec_unican



@facitec_unican



contacto@facitec.edu.py