



Escuela Superior Politécnica Del Litoral

PROYECTO PROGRAMACIÓN DE SISTEMAS EMBEBIDOS SISTEMA AUTÓNOMO DE CONTROL Y MONITOREO DE INVERNADERO PARA EL CULTIVO DE FRESAS

Integrantes:

1. David Torres

2. Carlos Rivera

Ecuador - Guayaquil

Fecha de entrega: 30/06/2024

Paralelo: 101

TERMINO 1-S 2024-2025

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

Justificación

El objetivo principal es desarrollar un sistema automatizado que optimice el cultivo de fresas en un invernadero, monitoreando y controlando las condiciones ambientales para maximizar la eficiencia y productividad, reducir costos operativos y mejorar la calidad del producto final.

Descripción

El proyecto busca resolver la problemática del cultivo eficiente y de alta calidad de fresas en un invernadero. Dado que las fresas requieren condiciones ambientales específicas para un crecimiento óptimo, el desafío radica en mantener la temperatura entre 15°C y 25°C y la humedad relativa entre 50% y 70%. Sin un control adecuado, estos parámetros pueden fluctuar, afectando negativamente la productividad y calidad del cultivo.

Para abordar esta problemática, se diseñará un sistema automatizado que monitorea y controla las condiciones ambientales del invernadero mediante sensores de temperatura, humedad y luz. Estos sensores enviarán datos en tiempo real a un microcontrolador ESP32, que activará actuadores como ventiladores y sistemas de riego para ajustar las condiciones automáticamente.

Además, se implementará una interfaz de usuario que permitirá la supervisión y control remoto del sistema a través de una aplicación móvil. Esta conectividad permitirá a los usuarios recibir alertas y realizar ajustes manuales desde cualquier ubicación. El sistema incluirá un mecanismo de alarma, utilizando un buzzer y LEDs, para indicar niveles críticos de humedad, y una pantalla LCD I2C para mostrar los parámetros ambientales.

El acceso al invernadero se controlará mediante un sistema de seguridad que incluye un sensor de proximidad y un teclado para ingresar una contraseña, garantizando un entorno seguro y controlado. La solución integral garantizará condiciones óptimas para el cultivo de fresas, mejorando la eficiencia, reduciendo costos y aumentando la calidad del producto final.

Especificaciones

Sistema Automatizado de Cultivo de Fresas en Invernadero con Monitoreo y Control de Condiciones Ambientales

Carlos Raphael Rivera Ruano

David Alejandro Torres Torres

Desarrollaremos un sistema automatizado para el cultivo de fresas en invernadero, utilizando sensores y actuadores gestionados para controlar las variables de interés que usará un microcontrolador ESP32, con supervisión y control remoto mediante una aplicación móvil que será capaz de conectarse a una base de datos para almacenar el monitoreo y gestionar actuadores de manera manual.

Adicional a esta funcionalidad se tendrá un control de acceso del prototipo que se podrá visualizar, en la aplicación, el estado actual. El acceso se controlará con un sensor de proximidad, un teclado de membrana y un servomotor para actuar como seguro hacia la maqueta. Este sistema optimizará el cultivo de diversas plantaciones, en nuestro caso serán fresas, dirigido a agricultores y centros de investigación agrícola.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar un sistema automatizado de cultivo de fresas en invernadero que monitoree y controle las condiciones ambientales, optimizando el crecimiento y la producción de fresas de manera eficiente y sostenible.

Objetivos Específicos

- Implementar sensores de temperatura, humedad en el invernadero para monitoreo discreto.
- Configurar actuadores controlados por ESP32 para ajustar automáticamente condiciones ambientales.
- Desarrollar una interfaz móvil para monitoreo y control remoto del invernadero.
- Creación de una base de datos para relación de variables en tiempo real.
- Diseño y desarrollo electrónico de placa PCB

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA

Trabajos relacionados

Con el avance de la tecnología, se ha incrementado la necesidad de implementar sistemas automatizados en diversos campos. En el caso específico del control de invernaderos utilizando la técnica de hidroponía, se requiere un sistema que permita monitorear y regular variables ambientales como la temperatura, humedad y ventilación de manera eficiente. (Montiel, 2018)

Para lograr un control preciso de estas variables, se plantea el diseño e implementación de un sistema electrónico basado en una Raspberry Pi y diversos sensores acondicionados electrónicamente. Se emplearán sensores especializados, como el STH31 para medir la humedad y temperatura ambientales, con el acondicionamiento recomendado por el fabricante para garantizar su correcto funcionamiento 65.

Además, se contempla la integración de un controlador de ventiladores utilizando el circuito integrado L293D, el cual permitirá controlar de forma óptima la velocidad y dirección de los ventiladores del invernadero. Este circuito ofrece la ventaja de poder controlar cargas de potencia alta, como motores, de manera eficiente y segura, gracias a su configuración tótem-pole y la posibilidad de controlar individualmente cada puente H 72.

La metodología propuesta se basa en la implementación de un sistema de control robusto y eficaz, que garantice un ambiente óptimo para el cultivo de hortalizas y plantas en un invernadero. Se busca maximizar la eficiencia en el uso de recursos y mejorar la productividad agrícola mediante la automatización y monitoreo continuo de las condiciones ambientales.

Esta metodología se fundamenta en la integración de tecnologías electrónicas avanzadas, el uso de sensores especializados y la programación de la Raspberry Pi para el control y monitoreo del invernadero. Se espera que este sistema automatizado contribuya a optimizar el proceso de cultivo en ambientes controlados, mejorando la calidad y cantidad de la producción agrícola.

INVERNADEROS INTELIGENTES

los invernaderos inteligentes están transformando la agricultura. Estos invernaderos de última generación utilizan sensores, actuadores y sistemas de control automatizados para optimizar las condiciones de crecimiento de los cultivos, mejorando la productividad, la eficiencia y la sostenibilidad. (Monsalve, 2019)



Figura 1: Maqueta de invernadero Álvarez, etAl.

Los invernaderos inteligentes se basan en una red de sensores que recopilan datos en tiempo real sobre diversos parámetros ambientales, como la temperatura, la humedad, la luz, la concentración de CO₂ y la salud de las plantas. Estos datos se envían a un sistema central de control, que analiza la información y activa automáticamente los sistemas de riego, ventilación, calefacción, iluminación y otros para mantener las condiciones ideales para el crecimiento de los cultivos. (Álvarez B)

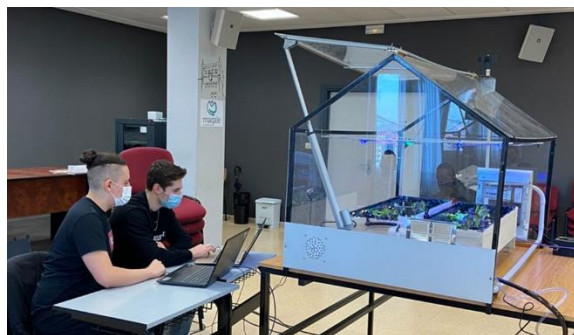


Figura 2: Maqueta invernadero Kevin Iraola, Perú García

Sistema Automatizado de Cultivo de Fresas en Invernadero con Monitoreo y Control de Condiciones Ambientales

Carlos Raphael Rivera Ruano

David Alejandro Torres Torres

Al optimizar las condiciones de crecimiento, los invernaderos inteligentes pueden aumentar significativamente los rendimientos de los cultivos. El control automatizado reduce la necesidad de mano de obra manual y optimiza el uso de recursos como el agua, la energía y los fertilizantes. Las condiciones controladas dan como resultado cultivos más saludables y uniformes, con una menor incidencia de plagas y enfermedades.

Los invernaderos inteligentes pueden reducir el impacto ambiental de la agricultura al minimizar el uso de recursos y las emisiones de gases de efecto invernadero. Los agricultores pueden monitorear y controlar sus invernaderos desde cualquier lugar a través de Internet o aplicaciones móviles. (Kevin Iraola Gallego, 2021)

DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

Cable mini USB: El Micro USB sirve para conectar dispositivos a través de la interfaz USB a ordenadores u otros dispositivos que hagan uso de él.



Figura 3: Cable micro USB

Sensor de temperatura y humedad DHT22: Es un sensor digital que permite obtener lecturas de temperatura y humedad relativa, es de bajo costo y excelente rendimiento

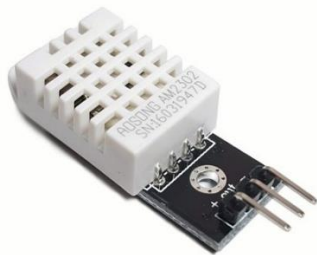


Figura 4: Sensor DHT de humedad y temperatura

Sensor ultrasónico: Los sensores ultrasónicos miden la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas. El cabezal emite una onda ultrasónica y recibe la onda reflejada que retorna desde el objeto.



Figura 5: Sensor Ultrasónico

Relés: Es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico



Figura 6: Módulo de relés

Ventilador: Es un dispositivo mecánico para mover aire u otros gases en una dirección



Figura 7: Ventilador

Foco incandescente: Es una fuente que produce luz artificial. En la lámpara incandescente, un conductor eléctrico, en concreto de tungsteno, se calienta mediante una corriente eléctrica hasta ponerlo al rojo blanco. Sirve para aumentar la temperatura de un lugar.



Figura 8: Foco incandescente

Placa electrónica ESP32: Es una solución de Wi-Fi/Bluetooth todo en uno, integrada y certificada que proporciona no solo la radio inalámbrica, sino también un procesador integrado con interfaces para conectarse con varios periféricos.

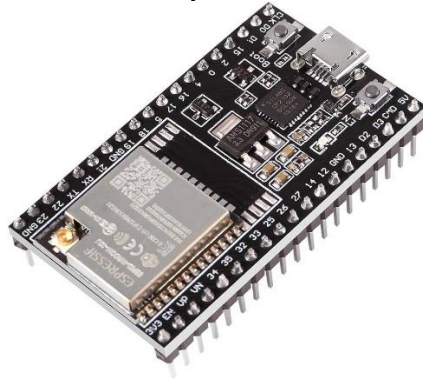


Figura 9: Microcontrolador ESP32

Teclado matricial 4x4 Arduino: Es un bloque o panel de teclas configurados con una disposición de dígitos, símbolos o letras alfabéticas.



Figura 10: Teclado de membrana

LEDs: Es un diodo emisor de luz. En su interior hay un semiconductor que, al ser atravesado por una tensión continua, emite luz, lo que se conoce como electroluminiscencia.



Figura 11: LEDs

Servo motor: Es un servomecanismo de bucle cerrado que utiliza la retroalimentación de posición para controlar su velocidad de rotación y posición



Figura 12: Servomotor

Pantalla LCD: Es un pequeño dispositivo con pantalla de cristal líquido que cuenta con dos filas, de dieciséis caracteres cada una, que se utiliza para mostrar información, por lo general alfanumérica.



Figura 13: Display LCD 16x2

Bomba de agua: El motor sellado herméticamente cuenta con un acoplamiento cerrado a un impulsor que utiliza energía giratoria para presurizar y descargar agua desde la bomba hasta la superficie a través de una manguera o tubería.



Figura 14: Bomba sumergible 3-6V

Electroválvula: La bobina eléctrica se conecta a una fuente de alimentación para controlar el movimiento de la válvula. Cuando la bobina eléctrica se activa, la válvula se abre, permitiendo que el líquido o el gas fluyan a través de la electroválvula.



Figura 15: Electroválvula 12V

Buzzer: Es un componente electrónico formado a partir de la combinación de dos discos de distintos materiales.



Figura 16: Buzzer o Bocina

Fuente 12V: Dispositivo que convierte la corriente alterna en corriente continua para alimentar a una amplia variedad de dispositivos.



Figura 17: Fuente conmutada 12V-5A

Modulo I2C: Modulo de memoria que se anexa a la pantalla LCD para gestionar su uso por medio de pines con comunicación SDC y SCL.

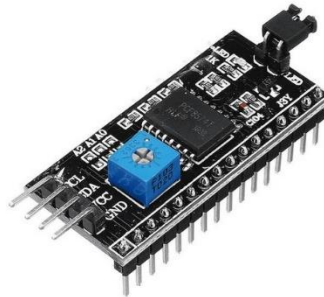


Figura 18: Módulo I2C

ESQUEMÁTICOS Y COTIZACIÓN DE COMPONENTES

Diagrama esquemático

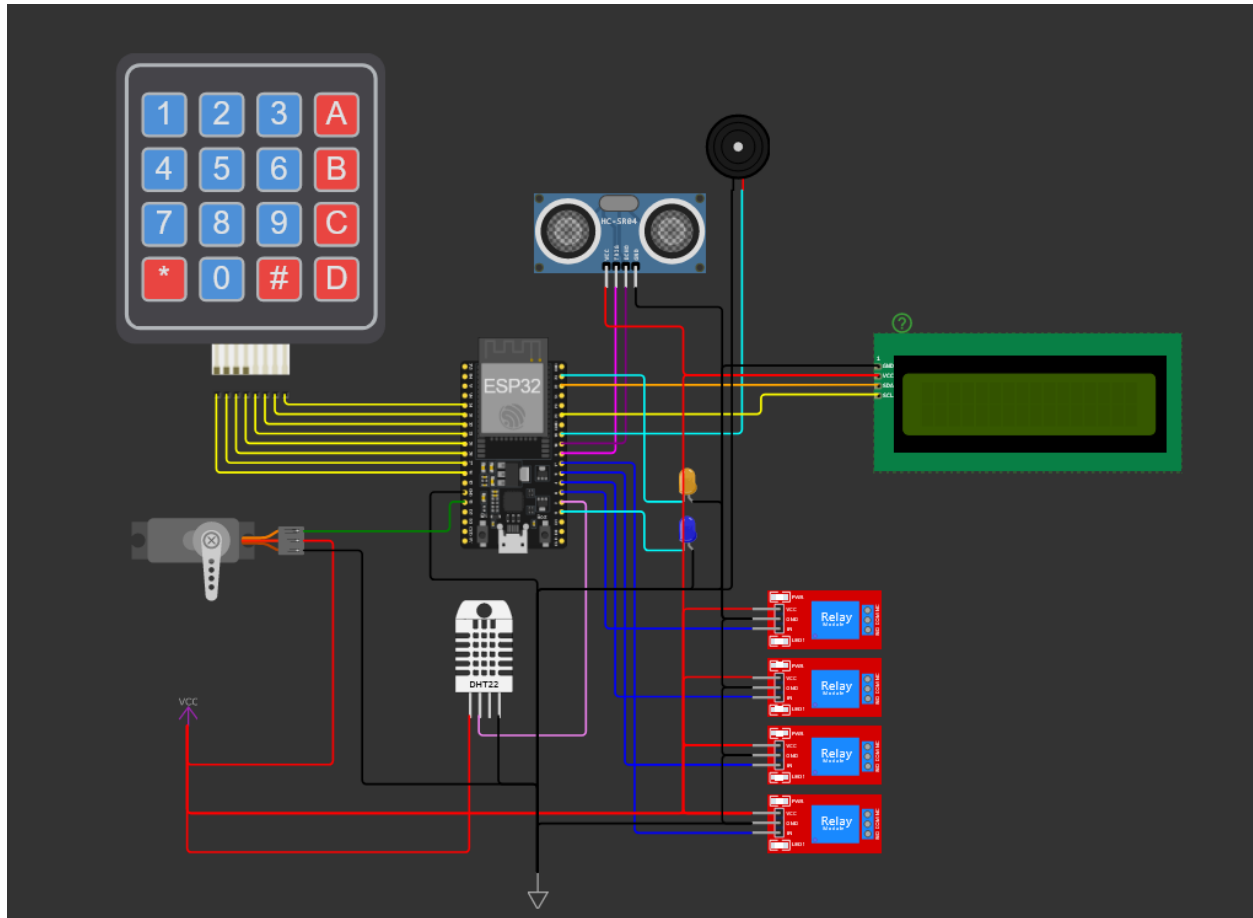


Figura 19: Diagrama esquemático del invernadero

Tabla de componentes y precios referenciales

Nombre	Proveedor referencial	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Esp32	Tecmikro	1	\$10.00	\$10.00
DHT22	AV Electronics	1	\$7.00	\$7.00
Ventilador	Kwi	1	\$3.00	\$3.00
Leds	MaxiTec	2	\$0.35	\$0.70
Ultrasónico	Tecmikro	1	\$2.00	\$2.00
Foco	Kiwi	2	\$0.60	\$1.20
Caja de relés	Tecmikro	1	\$6.00	\$6.00
KeyPad	Tecmikro	1	\$10.00	\$10.00
Servo Motor	Tecmikro	1	\$4.00	\$4.00
Pantalla LCD	Tecmikro	1	\$5.00	\$5.00
Bomba de agua	Mastertronic	1	\$6.00	\$6.00
Electroválvula	Tecmikro	2	\$9.00	\$18.00
Buzzer	Tecmikro	2	\$0.80	\$1.60
Fuente 12 V	Tecmikro	1	\$16.00	\$16.00
			Total	\$90.50

Tabla 1: Tabla de costo de prototipo inicial

Bibliografía

Álvarez B, D. K. (s.f.). *INVERNADERO AUTOMATIZADO UTILIZANDO HARDWARE LIBRE PARA EL MONITOREO Y MODIFICACIÓN DE VARIABLES CLIMÁTICAS, FACILITANDO LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS*. Obtenido de

<https://invernaderounicaescrri.wordpress.com/desarrollo-del-proyecto/>

Kevin Iraola Gallego, P. G. (21 de Marzo de 2021). *infoPLC*. Obtenido de <https://www.infoplcn.net/plus-plus/formacion/item/109348-estudiantes-invernadero-automatizado-premio-don-bosco-festo>

Monsalve, J. A. (Julio de 2019). Un invernadero inteligente para optimizar los cultivos. Medellín, Colombia: Revista Universidad EAFIT.

Montiel, C. A. (2018). *Sistema automatizado de control de un invernadero usando la técnica hidroponia para el cultivo de huertos*. UACM, Ciudad de México. Obtenido de <https://www.repositorioinstitucionaluacm.mx/jspui/bitstream/123456789/118/3/Carlos%20Alberto%20Serrano%20Montiel.pdf>