



Proyecto de Invernadero con Sensor DHT22

Sistema de control automatizado de bajo costo para monitoreo y regulación de temperatura en invernaderos de pequeña escala

Aarón Ulises Torres Corte y Johan Yuri Martínez García
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



El Desafío de la Agricultura Moderna

Desafíos Globales

- Cambio climático acelerado
- Crecimiento poblacional mundial
- Escasez de recursos naturales
- Limitaciones de tierra cultivable

La Solución: CEA

La agricultura en ambiente controlado (CEA) permite crear microclimas optimizados que desacoplan la producción de las condiciones externas.

Los invernaderos automatizados son clave, pero los sistemas comerciales son costosos e inaccesibles.

Objetivos del Proyecto

01

Arquitectura de Hardware

Diseñar sistema robusto con componentes asequibles y comunes

02

Firmware ESP32

Implementar servidor web para comunicación Wi-Fi estándar

03

Interfaz Gráfica

Desarrollar GUI en Python para monitoreo y control intuitivo

04

Modos de Control

Implementar control manual (lazo abierto) y automático (lazo cerrado)

05

Documentación

Crear recurso educativo completo del proceso de desarrollo

Estado del Arte: Enfoques Existentes



Plataformas IoT en la Nube (Blynk)

Ventajas: Desarrollo rápido de interfaz, acceso remoto global, visualización de datos históricos

Desventajas: Dependencia de terceros, costos, inoperable sin internet



Protocolos de Mensajería (MQTT)

Ventajas: Protocolo ligero y eficiente, comunicación asíncrona, altamente escalable

Desventajas: Requiere configuración de broker MQTT, complejidad adicional



Servidor Web Embebido

Ventajas: Sistema autónomo, acceso desde cualquier navegador, sin software cliente

Desventajas: Desarrollo complejo de interfaz HTML/JavaScript, capacidad limitada del ESP32

- Nuestra Solución:** Enfoque híbrido con ESP32 como servidor API (JSON) y GUI potente en Python, separando responsabilidades backend/frontend

Componentes del Sistema

Hardware Principal

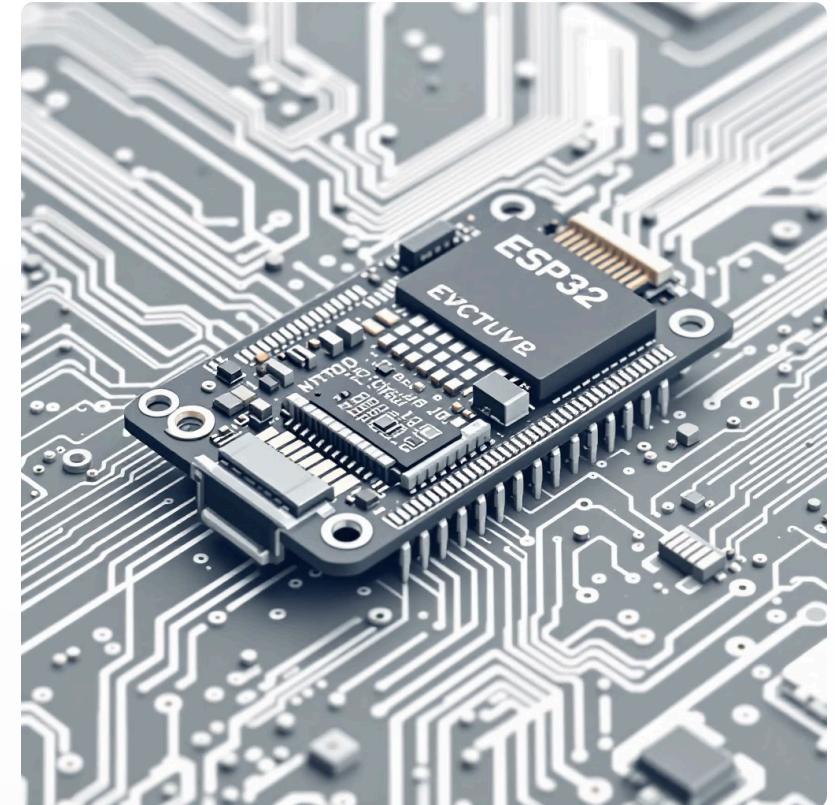
- ESP32 de 30 pines (procesador dual core)
- Sensor DHT22 (precisión $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)
- Dos relevadores de 5V
- Socket y foco incandescente
- Ventilador de 12V con pila 9V
- Dos displays de cátodo común
- Cables y conectores

Pines Clave

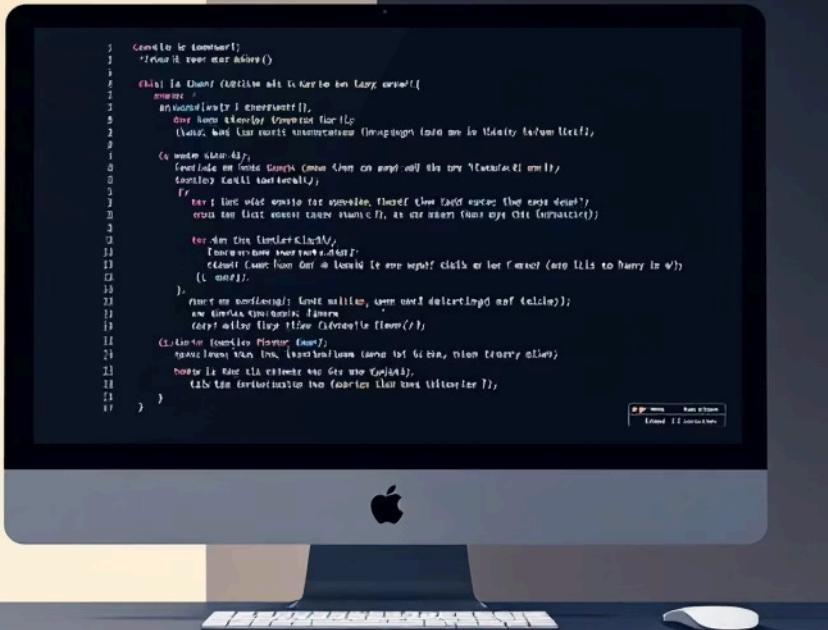
Sensor DHT22: D21 (entrada/salida digital)

Relevador socket: D23

Relevador ventilador: D22



Arquitectura del Firmware



Inicialización (setup)

Configura pines GPIO, conecta Wi-Fi, define endpoints API: /data y /control

Bucle Principal (loop)

Gestiona peticiones HTTP entrantes mediante server.handleClient()

Gestión de Datos

Lee sensor DHT22, actualiza displays de 7 segmentos, devuelve JSON

Control de Actuadores

Recibe parámetros URL para activar/desactivar relevadores

Formato de respuesta JSON: {"temperatura": 25.50, "ventilador": 1, "foco": 0}

Interfaz Gráfica en Python



Tkinter GUI

Interfaz de escritorio con tema oscuro personalizado y dos secciones principales



Comunicación HTTP

Librería requests para peticiones GET al ESP32 cada 2 segundos



Threading

Hilo separado evita congelamiento de GUI durante comunicación de red



Exclusión Mutua

Deshabilita controles manuales cuando lazo cerrado está activo

Colores de estado: Verde (#4CAF50) para "ON" y Rojo (#F44336) para "OFF"

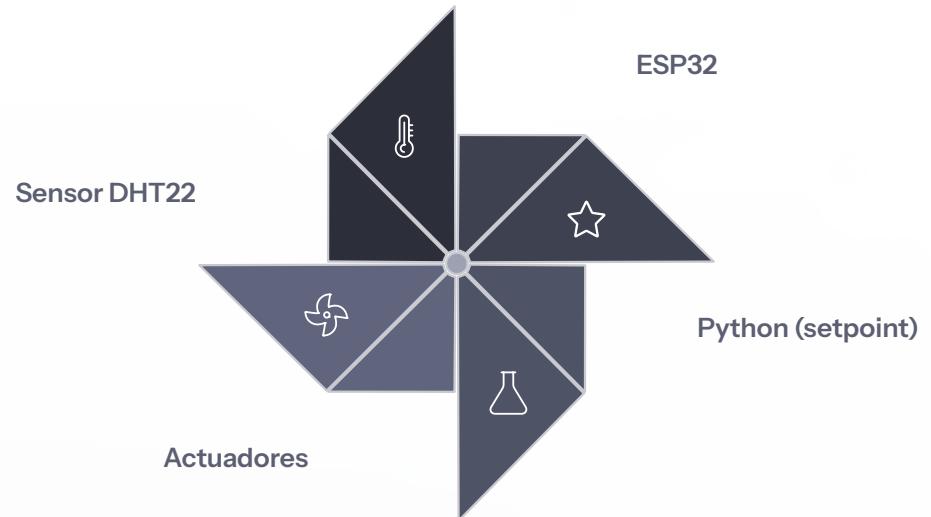
Control en Lazo Cerrado

Lógica Automática

El sistema compara temperatura actual con setpoint definido por usuario

- Si $T > \text{setpoint}$: activa ventilador
- Si $T < \text{setpoint} - 1^\circ\text{C}$: activa foco
- Histéresis de 1°C evita oscilaciones

Python toma decisiones autónomas sin intervención manual



Pruebas y Resultados Experimentales



- El sensor digital DHT22 resolvió los desafíos de hardware, proporcionando la entrada de datos estable que el sistema requería





Conclusiones y Logros

100%

$\pm 0.5\ldots$

2

Objetivos Cumplidos

Arquitectura IoT viable, funcional y robusta implementada exitosamente

Precisión del Sistema

Sensor DHT22 proporciona mediciones confiables y estables

Modos de Control

Lazo abierto manual y lazo cerrado automático operando correctamente

El proyecto demuestra una solución de bajo costo, código abierto y replicable para automatización de invernaderos. La arquitectura modular permite futuras expansiones: control de humedad, riego automatizado e iluminación inteligente.

Sistema completamente funcional: Control manual receptivo y control autónomo operando de manera fiable