



**Implementación de un Sistema de Control de Microclima Eficiente para el Invernadero Inteligente "NEJO"**

**Autores:**

Néider Forero Molina

Johan romero duarte

**Profesor:**

Jhonatan Paolo Tovar Soto

**Programa:**

Tecnología Automatización Industrial

**Institución:**

Universidad San Buenaventura Sede Bogotá D.C

2026, Semestre IV



**RESUMEN:**

Este proyecto desarrolla un sistema automático de regulación térmica para un invernadero universitario mediante sensores de humedad y oxígeno. El objetivo es optimizar el crecimiento vegetal y reducir el consumo energético mediante el uso de microcontroladores ESP32 y actuadores industriales.

**Abstract:**

This project develops an automatic thermal regulation system for a university greenhouse using humidity and oxygen sensors. The aim is to optimize plant growth and reduce energy consumption through ESP32 microcontrollers and industrial actuators.

**Introducción**

La automatización agrícola es clave para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad. Empresas como Maximus y Novagric han demostrado que el control preciso de temperatura y ventilación maximiza las cosechas. El proyecto NEJO busca aplicar estos principios de control climático a escala universitaria, integrando tecnologías de bajo costo y alta eficiencia.

**Introduction**

Agricultural automation is key to food safety and sustainability. Companies such as Maximus and Novagric have proven that precise temperature and ventilation control maximizes harvests. The NEJO project seeks to apply these principles of climate control at university scale, integrating low-cost and high-efficiency technologies.



### ***Enunciado y Pregunta del Problema***

#### ***Enunciado:***

La falta de control automático en invernaderos genera desperdicio de recursos (agua/energía) y variaciones térmicas que afectan la productividad agrícola.

#### ***Pregunta Problema:***

¿De qué manera la integración de un sistema de control basado en ESP32 y lógica de bajo consumo puede optimizar la estabilidad del microclima en un invernadero universitario?.

### ***Statement and question of the problema***

#### ***statement:***

The lack of automatic control in greenhouses generates waste of resources (water/energy) and thermal variations that affect agricultural productivity.

#### ***Question:***

How can the integration of a control system based on ESP32 and low consumption logic optimize the stability of the microclimate in a university greenhouse?



## ***Objetivos General***

### ***(Visión a un año):***

Desarrollar una plataforma integral de automatización industrial para entornos controlados que sea escalable, sostenible y de bajo consumo energético, enfocándose en los próximos tres semestres en la consolidación del hardware de control y la telemetría de datos.

## ***Objetivos Específicos***

### ***(Semestre IV):***

Calibrar los sensores de temperatura y humedad para asegurar una precisión operativa del 95%.

Desarrollar el firmware en el microcontrolador ESP32 para la gestión de actuadores (bombas y ventiladores).

Validar el consumo energético del prototipo mediante pruebas experimentales de campo.

## ***General Objectives***

### ***(One-Year Vision):***

Develop a comprehensive industrial automation platform for controlled environments that is scalable, sustainable, and energy-efficient, focusing over the next three semesters on consolidating the control hardware and data telemetry.



### ***Specific Objectives***

#### ***(Semester IV):***

Calibrate the temperature and humidity sensors to ensure 95% operational accuracy.

Develop the firmware on the ESP32 microcontroller for actuator management (pumps and fans).

Validate the prototype's energy consumption through experimental field tests.

### ***Justificación***

Un sistema de control automático reduce el consumo innecesario de electricidad al activar calefactores, ventiladores o bombas solo cuando es necesario, contribuyendo a la sostenibilidad y disminuyendo costos operativos

### ***Justification***

An automatic control system reduces unnecessary electricity consumption by activating heaters, fans, or pumps only when needed, contributing to sustainability and lowering operating costs.

### ***Fases Semestre IV***

- Definir claramente el objetivo del invernadero
- Identificar variables críticas (temperatura, humedad)
- Escoger sensores adecuados
- Comunicarse con el microcontrolador ESP32
- Seleccionar controladores (Ventiladores, Bombas)



**Metodología / Methodology**

<b>Fase/ phase</b>	<b>Actividad Principal/ main activity</b>	<b>Fecha de Entrega/ Delivery Date</b>
<b>Fase 1: Diagnóstico/ Phase 1: Diagnosis</b>	Definición de objetivos y revisión técnica.	01/03/2026
<b>Fase 2: Diseño/ Phase 2: Design</b>	Identificación de variables críticas (Humedad/Temp).	13/03/2026
<b>Fase 3: Selección/ Phase 3: Selection</b>	Selección de sensores de oxígeno y humedad.	17/03/2026
<b>Fase 4: Desarrollo/ Phase 4: Development</b>	Programación y comunicación con ESP32.	15/04/2026 (Sugerido)
<b>Fase 5: Implementación/ Phase 5: Implementation</b>	Integración de controladores (Ventiladores/Bombas).	10/05/2026 (Sugerido)



### ***Resultados parciales***

Se determinó que el uso de microcontroladores ESP32 permite una reducción potencial en el consumo energético comparado con sistemas analógicos tradicionales debido a sus modos de "deep sleep". Asimismo, la revisión bibliográfica de INTA y Alarcontrol confirma que la ventilación natural y el enfriamiento (cooling) son las estrategias más eficientes para el clima de Bogotá.

### ***Partial Results***

It was determined that the use of ESP32 microcontrollers allows for a potential reduction in energy consumption compared to traditional analog systems due to their "deep sleep" modes. Furthermore, the literature review by INTA and Alarcontrol confirms that natural ventilation and cooling are the most efficient strategies for Bogotá's climate.



## **Información teórica**

### **Principales empresas**

#### **(Maximus)**

El sistema MAXIMUS es un controlador climático integrado para invernaderos. Ofrece un sistema totalmente conectado a la red, perfeccionado para proporcionar un ambiente de invernadero ideal mediante el control constante de la temperatura, la humedad y la ventilación con una precisión exacta. Un modo sencillo de cultivar plantas para obtener abundantes cosechas.

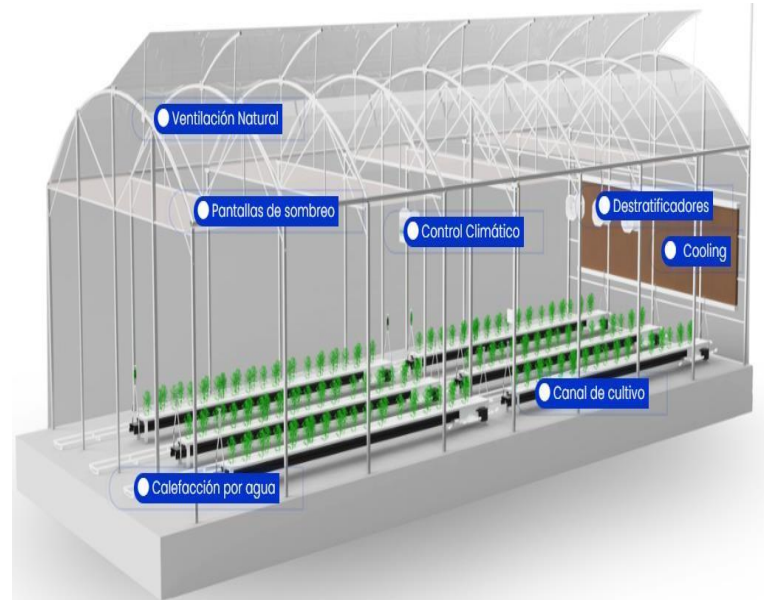


The MAXIMUS system is an integrated climate controller for greenhouses. It offers a fully networked system, perfected to provide an ideal greenhouse environment by constantly and precisely controlling temperature, humidity, and ventilation. A simple way to grow plants for abundant harvests.



**(Novagric)**

En Novagric nos encargamos de todo desde la idea hasta la puesta en marcha. Sin intermediarios. Somos fabricantes de invernaderos con tecnologías inteligentes de riego, reutilización de aguas, control y automatización del clima. Así tienes la garantía de que todos nuestros materiales cumplen los requisitos de calidad y se cumplen los plazos previstos.



At Novagric, we handle everything from the initial concept to implementation. No intermediaries. We manufacture greenhouses with smart technologies for irrigation, water reuse, and climate control and automation. This ensures that all our materials meet the highest quality standards and that deadlines are met.



***(Ajar control)***

Somos una empresa especializada en proyectos automáticos de riego y clima para instalaciones productivas en agricultura intensa, a lo largo de nuestra trayectoria de más de 30 años hemos realizado numerosos proyectos de alto nivel tecnológico en instalaciones para semilleros, centros de investigación o cultivos intensivos.



We are a company specializing in automatic irrigation and climate projects for productive facilities in intensive agriculture. Throughout our more than 30 years of experience, we have carried out numerous high-tech projects in facilities for seedbeds, research centers, or intensive crops.



**(Inta)** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Contribuimos al desarrollo sostenible del sector agropecuario, agroalimentario y agroindustrial a través de la investigación y la extensión. Impulsamos la innovación y la transferencia de conocimiento para el crecimiento del país.



We contribute to the sustainable development of the agricultural, agri-food, and agro-industrial sectors through research and extension. We promote innovation and knowledge transfer for the country's growth.

### **Referencias**

Maximus. (s.f.). *Greenhouse Management Solutions*. <https://www.maximus-solution.com/>.

Novagric. (s.f.). *Tecnologías inteligentes de riego y clima*. <https://novagric.com/>.

Alarcontrol. (s.f.). *Sistemas de control climático y riego*. <https://alarcontrol.com/>.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA]. (s.f.). *Investigación y extensión agrícola*. <https://www.argentina.gob.ar/>.