

# **DISEÑO DE UN SENSOR INTELIGENTE PARA UNA ESTACIÓN METEOROLÓGICA IOT**

## *DESIGN OF A SMART SENSOR FOR AN IOT WEATHER STATION*

***Miriam Magali Miranda Tovar***

Universidad Politécnica del Bicentenario, México  
*20030281@upbicentenario.edu.mx*

***Hugo Antonio Méndez Guzmán***

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*d2003027@itcelaya.edu.mx*

***Juan José Martínez Nolasco***

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*juan.martinez@itcelaya.edu.mx*

***José Alfredo Padilla Medina***

Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, México  
*alfredo.padilla@itcelaya.edu.mx*

***Arturo Ángel Hernández***

Universidad Politécnica del Bicentenario, México  
*aangelh@upbicentenario.edu.mx*

**Recepción:** 3/octubre/2023

**Aceptación:** 29/noviembre/2023

## **Resumen**

El desarrollo óptimo de los cultivos en sistemas agrícolas en suelo o sin suelo como la agricultura tradicional y la hidroponía depende tanto de la influencia del clima como de la apropiada administración del riego. Para estudiar la influencia de estos parámetros es necesario contar con una herramienta de registro continuo y control del riego, ya sea en ambientes exteriores o interiores en cultivo bajo invernadero. El objetivo de este trabajo es diseñar un sensor inteligente para conformar una estación meteorológica para sistemas de cultivo basada en tecnología IoT. La arquitectura IoT propuesta está conformado por cinco elementos: el sensor inteligente, AWS como servidor, una aplicación móvil, el usuario final y el entorno de aplicación. Así mismo, se presenta la evaluación económica y funcionalidad de la implementación.

**Palabras Clave:** Internet de las cosas, Agricultura Inteligente, Control de irrigación, Estación meteorológica, AWS.

## **Abstract**

*The optimal development of soiled or soilless crops, such as traditional cultivation and hydroponics, depends on the influence of climate and proper irrigation management. To study the influence of these parameters, it is necessary a tool to register and control of irrigation, either in outdoor, indoor environments, or greenhouse cultivation. The objective of this work is to design a smart sensor to form a weather station for cultivation systems based on IoT technology. The proposed IoT architecture is made up of five elements: the smart sensor, AWS as a server, a mobile application, the end user, and the application environment. Likewise, the economic evaluation and functionality of the implementation is presented.*

**Keywords:** *Internet of Things, Smart Farming, Irrigation Control, Weather Station, AWS.*

## **1. Introducción**

El mayor reto en la agricultura moderna es determinar la cantidad de riego apropiada para cada cultivo. La humedad del suelo es uno de los parámetros más importantes que influyen en el rendimiento de los cultivos y juega un papel importante en la fotosíntesis, la respiración, la transpiración y el transporte de minerales y otros nutrientes a través de las plantas.

Si el contenido de humedad en el suelo es óptimo, los cultivos pueden absorber el agua presente en el suelo y descomponer las sales del suelo, lo cual, es crucial para el suministro de nutrientes a los cultivos en desarrollo [Nuchhi, 2020]. A pesar de esto, la mayoría de los agricultores no tienen información de la cantidad de agua apropiada para generar un crecimiento óptimo de sus cultivos, así como cuidar la fertilidad del suelo [Mohammad, 2019].

Por otra parte, en sistemas de cultivo hidropónicas como la aeroponía el tiempo de atomización e intervalo de tiempo en la irrigación son fundamentales para evitar una disminución en el crecimiento y rendimiento del cultivo [Lakhari, 2018].

Para determinar indirectamente los requerimientos hídricos del cultivo pueden tomarse indicadores como el índice de estrés hídrico del cultivo (CWSI), la evapotranspiración (ET) y el déficit de presión de vapor (VPD), los cuales se calculan a partir de los valores de variables meteorológicas y del cultivo [Mendez-Guzmán, 2022]. Con el fin de conocer la influencia de los factores climáticos y las variables que afectan la transpiración y por ende el rendimiento del cultivo, es necesario contar con un instrumento que monitoree de forma permanente la evolución del cultivo ya sea en ambientes exteriores o invernaderos.

Una estación meteorológica es un sistema de monitoreo que se ocupa de detectar y registrar variables climáticas como temperatura, humedad relativa, humedad del suelo, velocidad del viento, presión barométrica, entre otros.

Con la automatización de los procesos agrícolas, estos equipos se han hecho más compactos y seguros, sin embargo, la mayoría carecen de un sistema embebido para registro, persistencia y procesamiento de datos [Rivera, 2023].

El objetivo de este trabajo es diseñar un sensor inteligente para conformar una estación meteorológica para sistemas de cultivo basada en tecnología IoT. Con la implementación de este sensor se podrá medir y registrar en la nube variables climáticas y del cultivo, tal que la información recopilada sea de utilidad al agricultor para la administración del riego y pueda ser auxiliado mediante una aplicación desarrollada para dispositivos Android.

## **2. Métodos**

Esta propuesta se basa en cinco elementos principales: el sensor inteligente; AWS como servidor; una aplicación móvil para configuración del sistema de riego e inspección de parámetros ambientales y del cultivo; el usuario final interactuando entre el cultivo y los demás elementos; el entorno de aplicación ya sea para sistemas de cultivo en tierra o hidropónicos (Figura 1).

En primera instancia el sensor inteligente se conecta al servidor AWS para descargar el tiempo de muestreo para la medición de temperatura ambiente, humedad relativa, luminosidad, presión barométrica, velocidad del viento, posibilidad de lluvia y humedad del suelo, así como la frecuencia y tiempo de riego.



Fuente: elaboración propia.

Figura 1 Arquitectura IoT propuesta.

Una vez descargado, permanece de forma continua, adquiriendo las variables y administrando el sistema de riego. Cuando el usuario desea ver el histórico de las variables adquiridas o bien modificar los parámetros de riego, lo puede hacer mediante la aplicación generada. En el caso de labores de mantenimiento del sistema, el sensor inteligente posee indicadores lumínicos como una pantalla LCD, la cual muestra en tiempo real el estado funcional del sensor inteligente, así como las variables medidas.

El sensor inteligente está conformado por un microcontrolador ESP32-WROOM (A) y un microcontrolador secundario Arduino nano (B); como sensores HTU21D (C), BH1750 (D), BMP180 (E), anemómetro de pulso (F), sensor de lluvia (G), sensor de humedad de suelo (H) y conector para sensor infrarrojo de temperatura MLX90614 (I); conectores como salidas para módulo de 2 y 4 relevadores (J); lector de tarjeta microSD (K); reloj en tiempo real DS1302 (L).

En la figura 2a se muestra el diseño electrónico del circuito impreso del sensor inteligente. En la figura 2b se ilustra el montaje de los componentes, así como la localización de puertos para distintos sensores.

### 3. Resultados

Con la finalidad de probar el sensor inteligente se montó en una estructura metálica con sus sensores para conformar la estación meteorológica (Figura 3a) y se probó en campo experimental con tiempo de muestreo de 5 minutos.

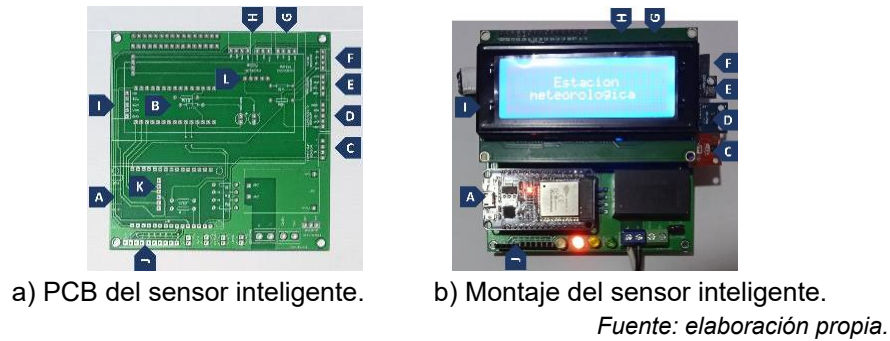


Figura 2 Sensor inteligente.



Figura 3 Estación meteorológica y aplicación desarrollada.

Los parámetros de operación del sensor inteligente como el estado actual e históricos de las variables medidas se visualizan a través de la aplicación desarrollada (Figura 3b). Así mismo, el sistema de riego puede ser activado de forma remota o bien configurado para una frecuencia y tiempo de encendido determinado por el usuario.

Los costos del desarrollo incluyendo la estación meteorológica, la manufactura del sensor inteligente y el uso de los servicios de AWS Cloud con un tiempo de muestreo de 5 minutos, son de \$3,526 iniciales, más un costo de 0.60 USD a partir del primer año de uso respectivamente.

#### 4. Discusión

Para poder realizar un estudio de como se ve afectado el desarrollo de una plántula o cultivo referente a las variables climatológicas y de cultivo tales como

temperatura, humedad, luminosidad, presión atmosférica, velocidad del viento, así como humedad del suelo y temperatura del cultivo, es indispensable contar un sistema electrónico que permita la captura continua de las mismas. Así mismo, es necesario que este sistema permita la administración del riego bajo diferentes escenarios como la presencia de lluvia o cambios de temperatura y humedad. El sensor inteligente desarrollado en este trabajo puede ser colocado a la intemperie para sistemas de cultivo en tierra, como en interiores y exteriores de invernaderos. Para su uso en sistemas de cultivo en invernadero pueden ser agregados sensores de temperatura infrarrojos para la medición de la temperatura en hojas del cultivo. Actualmente el sensor posee la funcionalidad para registrar las variables antes mencionadas en la nube a través del servidor AWS. Aunque la estación meteorológica no se ha colocado en un experimento formal, posee las funciones necesarias para monitoreo y control del riego básicas.

#### **4. Conclusiones**

En este trabajo se presentó un sensor inteligente que permite el monitoreo de variables climatológicas y de cultivo a través del servidor AWS y una aplicación móvil desarrollada en el mismo. Aunque el desarrollo tecnológico presentado solo es aplicado a un único sitio, puede ser reproducido para generar el monitoreo de múltiples invernaderos o sistemas de cultivo en suelo.

Como trabajo futuro se plantea la incorporación de la estación meteorológica en el proceso de cultivo de lechuga, generando en adición a las variables medidas actualmente, históricos referentes a la medición de la evapotranspiración como el déficit de presión de vapor y la orientación de su uso para estimar las necesidades hídricas del cultivo.

#### **5. Bibliografía y Referencias**

- [1] Lakhiar, I., Gao, J., Syed, T., Chandio, F., Buttar, N. (2018). Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: A review on aeroponics. *Journal of Plant Interactions*. 13. 10.1080/17429145.2018.1472308.

- [2] Nuchhi, S., Bagali, V. & Annigeri, S. (2020). IOT Based Soil Testing Instrument For Agriculture Purpose. 1-4. 10.1109/B-HTC50970.2020.9297897.
- [3] Mohammad S. and al. (2019). IoT Based Real-time River Water Quality Monitoring System”, The 16th International Conference on Mobile Systems and Pervasive Computing, August 19-21, 2019, Canada.
- [4] Méndez-Guzmán, H.A., Padilla-Medina, J.A., Martínez-Nolasco, C., Martínez-Nolasco, J.J., Barranco-Gutiérrez, A.I., Contreras-Medina, L.M., Leon-Rodriguez, M. (2022). IoT-Based Monitoring System Applied to Aeroponics Greenhouse. *Sensors* 2022, 22, 5646. <https://doi.org/10.3390/s22155646>.
- [5] Rivera, A., Núñez, L., Coll, A. (2023). Diseño e implementación de data logger open hardware para estación meteorológica. *Elektron.* 7. 1-6. 10.37537/rev.elektron.7.1.172.2023.