

# SISTEMA IOT HIDROPONICO

## HYDROPONIC IOT SYSTEM

K. J. Cardoso Ibarra<sup>1</sup>  
I. Olivos Barranco<sup>2</sup>  
L. A. Monroy Peña<sup>3</sup>  
A. Núñez Cuadra<sup>4</sup>

### RESUMEN

Este proyecto responde a la necesidad de un sistema de monitoreo en la hidroponía, creando una aplicación móvil que aporta un control preciso y una gestión eficiente en un sistema de cultivo hidropónico y aprovecha las estructuras de hidroponía no utilizadas por el programa *Maceto-Huerto* en las instalaciones de la Comisión de Recursos Naturales y Desarrollo Rural (Corenadr). El desarrollo de esta investigación es del tipo documental cualitativa, utilizando la metodología ágil para el desarrollo de la aplicación móvil.

Los estudiantes lograron desarrollar un prototipo capaz de enviar los datos obtenidos hacia un dispositivo móvil, diseñar una interfaz de usuario para mostrar estos datos, acompañada de información relacionada al cultivo.

La accesibilidad remota lograda mediante BLE ofrece a los usuarios la capacidad de supervisar y manejar el cultivo desde cualquier lugar. La flexibilidad de la interfaz de *Flutter* facilita su adaptación a las necesidades del monitoreo y proporciona una interacción intuitiva. La integración de IoT optimiza la eficiencia al automatizar tareas críticas del cultivo, disminuye la intervención manual y mantiene condiciones óptimas.

### ABSTRACT

This project responds to the need for a monitoring system in hydroponics, creating a mobile application that provides precise control and efficient management in a hydroponic cultivation system and takes advantage of the hydroponics structures not used by the *Maceto-Huerto* program in the facilities of the Natural Resources and Rural Development Commission (Corenadr). The development of this research is of the qualitative documentary type, using the agile methodology for the development of the mobile application.

The students were able to develop a prototype capable of sending the data obtained to a mobile device, design a user interface to display this data, accompanied by information related to the crop, and store all the measurements obtained from the hydroponic crop in a database.

The remote accessibility achieved through BLE gives users the ability to monitor and manage the crop from anywhere. The flexibility of the Flutter interface makes it easy to adapt to monitoring needs and provides intuitive interaction. IoT integration optimizes efficiency by automating critical crop tasks, decreasing manual intervention and maintaining optimal conditions.

### ANTECEDENTES

Este proyecto responde a la necesidad de un sistema de monitoreo en la hidroponía, creando una aplicación móvil que aporta un control preciso y una gestión eficiente en un sistema de cultivo hidropónico y aprovecha las estructuras de hidroponía no utilizadas por el programa *Maceto-Huerto* en las instalaciones de la Corenadr.

El objetivo del proyecto fue crear un prototipo funcional del aplicativo móvil para el sistema de hidroponía. Las preguntas de investigación que se plantearon son: ¿Cómo se puede

<sup>1</sup> Estudiante. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. 1191070019@milpaalta.tecnm.mx

<sup>2</sup> Profesor de Asignatura. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. iob.olivos@gmail.com

<sup>3</sup> Estudiante. Instituto Tecnológico de Milpa Alta. 1191070013@milpaalta.tecnm.mx

<sup>4</sup> Profesora de Asignatura. Instituto Tecnológico de Tlalpan. cuadra.na@gmail.com

aprovechar la tecnología IoT en los sistemas hidropónicos? ¿Cuáles son los beneficios de monitorear un sistema hidropónico de forma remota?

Maceto-Huerto es un programa de la Corenadr que brinda capacitación y equipo para el cultivo de alimentos en traspatio. El objetivo del programa es contribuir a la suficiencia alimentaria de las familias por medio de huertos urbanos y sistemas hidropónicos.

Ante la necesidad de aprovechar los sistemas hidropónicos que se encuentran deshabilitados en las instalaciones de la Corenadr, se ofreció un programa de residencias profesionales llamado “Programa para la Conservación y Restauración de los Recursos Naturales en el Suelo de Conservación de la CDMX”, en el Instituto Tecnológico de Milpa Alta, para realizar un proyecto de sistema hidropónico con *Internet of Things* (IoT) o Internet de las Cosas.

El proyecto estuvo a cargo del ingeniero Luis Carlos Bobadilla González, enlace administrativo de Corenadr y egresado del Instituto Tecnológico de Milpa Alta. Las principales limitaciones del proyecto fueron el periodo de realización de cuatro meses (agosto a diciembre de 2023), la gestión y el arribo de los componentes electrónicos, enviados desde China.

Este proyecto contribuyó a formar a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales al llevar a la práctica los conocimientos adquiridos en programación, circuitos eléctricos y base de datos, así como a utilizar las competencias de solución de problemas, trabajo en equipo, habilidad de búsqueda, procesamiento y análisis de información y desarrollo de programas para interactuar con el usuario de manera amigable.

## METODOLOGÍA

El desarrollo de esta investigación es del tipo documental cualitativa, ya que, a lo largo de la investigación se realizaron sesiones de retroalimentación para cada ciclo de trabajo corto, acorde con la *metodología ágil* utilizada principalmente para el desarrollo de la aplicación móvil. También, como parte de esta misma *metodología ágil* se definieron periodos de tiempo de 30 días naturales, llamados *Sprints* como parte del proceso de gestión de proyectos *Scrum*. Adicionalmente, como herramienta tecnológica para la creación de la aplicación móvil se utilizó *Flutter*.

La arquitectura utilizada para dar solución a la necesidad planteada de inicio consta de 3 componentes (Estructura hidropónica, Automatización y Aplicación móvil). La suma de los componentes busca dar respuesta a las preguntas de investigación.

1. Estructura hidropónica. Comprende la técnica a utilizar, y la forma en la que fue construido el prototipo.
2. Automatización. Abarca el apartado del circuito electrónico: los sensores, actuadores y microcontroladores, que son utilizados dentro del proyecto para recolectar la información del entorno y automatizar procesos.
3. Aplicación móvil. El proceso de desarrollo de la aplicación móvil, la metodología a utilizar y el alcance de esta (Trujillo, 2020).

## Estructura hidropónica

Hidroponía

La palabra se deriva del griego *hydro* (agua) y *ponos* (labor o trabajo). Para términos prácticos, llamaremos *hidroponía* a lo referente a la agricultura sin suelo, un método para cultivar plantas utilizando disoluciones minerales.

La hidroponía hace posible cultivar incluso en forma casera, ya que los cultivos hidropónicos se adaptan a cualquier tipo de espacio y condiciones (Gobierno de México, 2016).

#### Técnica hidropónica NFT

Es una técnica que permite cultivar hortalizas en tubos redondos o cuadrados de PVC como lo muestra la Figura 1, utilizando agua con nutrientes sin ningún tipo de sustrato, es decir, la planta dispone directamente de los minerales que necesita para su crecimiento (Gobierno de México, 2016).

**Figura 1.** *Técnica hidropónica NFT*



Fuente: Gobierno de México (2016)

#### Estructura hidropónica

El programa Maceto-Huerto utiliza la técnica hidropónica NFT para fomentar el cultivo de alimentos en traspatio, proporcionando el equipo necesario para su instalación a los beneficiarios.

#### Automatización

Con el IoT se hace uso de la tecnología para monitorear el cultivo y facilitar el análisis de información para la toma de decisiones respecto al cuidado de éste.

La tarjeta de desarrollo ESP32 con IoT permite conectar sensores de temperatura, humedad, PH y luminosidad. Estos valores se transmiten utilizando el protocolo *Bluetooth Low Energy* (BLE) hacia una interfaz de usuario desarrollada con *Flutter* dentro de un dispositivo móvil, que a su vez puede conectarse por medio de Internet a una base de datos relacional en la nube para almacenar y administrar la información.

## Aplicación móvil

Se desarrollo utilizando la *metodología ágil*, la cual consiste en un conjunto de técnicas aplicadas en ciclos de trabajo cortos, con el objetivo de que el proceso de entrega de un proyecto sea más eficiente. Así, con cada etapa completada, ya se pueden entregar avances y se deja de lado la necesidad de esperar hasta el término del proyecto (Zendesk, 2023).

### Scrum

*Scrum* es un proceso de gestión que reduce la complejidad en el desarrollo de productos para satisfacer las necesidades de los clientes. La gerencia y los equipos de *Scrum* trabajan juntos alrededor de requisitos y tecnologías para entregar productos; funcionando de manera incremental usando el empirismo. *Scrum* no es una metodología, *Scrum* está basado en un modelo de proceso empírico con respeto a las personas y basado en la autoorganización de los equipos para lidiar con lo imprevisible y resolver problemas complejos inspeccionando y adaptando continuamente (Francia, 2017).

### Flutter

En la página web de *Flutter* (s.f.) se indica que es un *framework* de código abierto de Google para crear hermosas aplicaciones multiplataforma compiladas de forma nativa a partir de una única base de código.

*Flutter* es un *framework* open-source para el desarrollo de aplicaciones, creado por Google y lanzado al mercado en mayo de 2017. *Flutter* permite crear aplicaciones multiplataforma utilizando el mismo lenguaje de programación. Es decir, podemos crear una aplicación para iOS y Android sin tener que desarrollarlas por separado; con el mismo proyecto podemos compilar en ambas plataformas (Grau, 2021).

En la Figura 2 se ilustra como la combinación de la tecnología *Flutter* con *Scrum* permite un desarrollo ágil y estructurado de la aplicación móvil para el monitoreo y control de sistemas de hidroponía.

**Figura 2.** *Scrum, flutter y sprints*

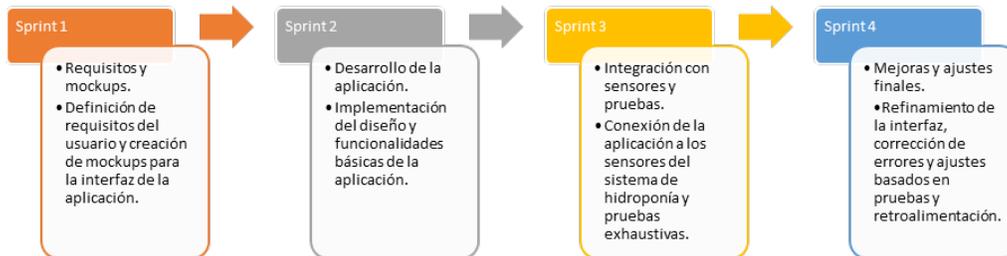


### Sprints

Según Rehkop (s.f.) dice que “Un *sprint* es un período breve de tiempo fijo en el que un equipo de *scrum* trabaja para completar una cantidad de trabajo establecida”.

Los *Sprints* aseguran entregas incrementales, adaptaciones continuas y una retroalimentación constante, lo cual garantiza un producto final de alta calidad y adaptado a las necesidades de los usuarios. La división del proyecto por *Sprints* se muestra en la Figura 3.

**Figura 3. División por sprints**



**Internet de las cosas**

La Internet de las cosas describe la red de objetos físicos (“cosas”) que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas (Oracle, 2023a).

**Bluetooth Low Energy**

La definición de BLE según la página web de *Novidá* (s.f.) dice que es un tipo de bluetooth que consume mucho menos energía, aproximadamente 10% en comparación con el bluetooth clásico. Ello se debe a que este último se creó sólo para la transmisión de datos.

En este proyecto se aprovecha la tecnología IoT en los sistemas hidropónicos, de manera que el usuario pueda acceder a valores de temperatura, humedad y PH en un proceso simple que se muestra en la Figura 4 y obtener la cosecha después de un cierto periodo de tiempo.

**Figura 4. Sistema IoT Hidropónico**



Así, los estudiantes que colaboraron en este proyecto obtuvieron competencias enfocadas a la Industria 4.0, en específico, sobre IoT.

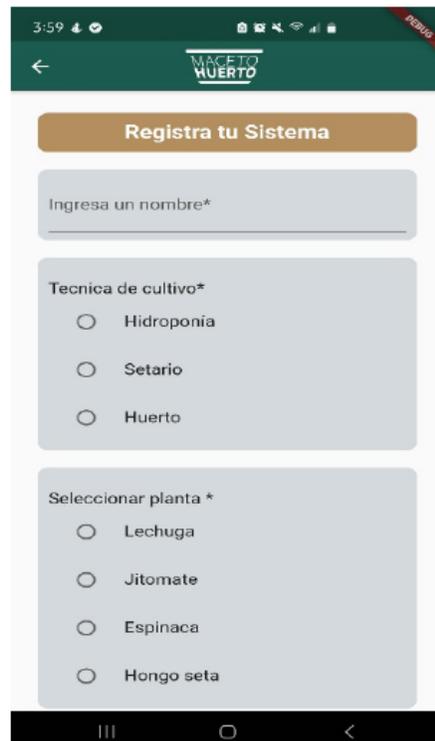
En el artículo realizado por Hernández et al. (2023), la investigación realizada permitió comprobar que las tecnologías propias de la industria 4.0 son capaces de contribuir al aprovechamiento eficiente de recursos naturales y energías renovables.

## RESULTADOS

Los estudiantes lograron desarrollar un prototipo capaz de enviar los datos obtenidos hacia un dispositivo móvil, diseñar una interfaz de usuario para mostrar estos datos, acompañada de información relacionada al cultivo y almacenar todas las mediciones obtenidas del cultivo hidropónico en una base de datos.

El sistema permite registrar el tipo de cultivo Setario, huerto o hidroponía (Figura 5), ver los detalles del huerto, guardar el sistema y eliminarlo; además, envía pequeñas pantallas de notificaciones de las acciones realizadas y permite visualizar los datos obtenidos de los sensores, graficarlos y guardarlos (Figura 6); del mismo modo, ofrece la posibilidad de activar o desactivar una bomba con los parámetros de temperatura que ingrese el usuario.

**Figura 5.** Registro de tipo de cultivo en la aplicación móvil

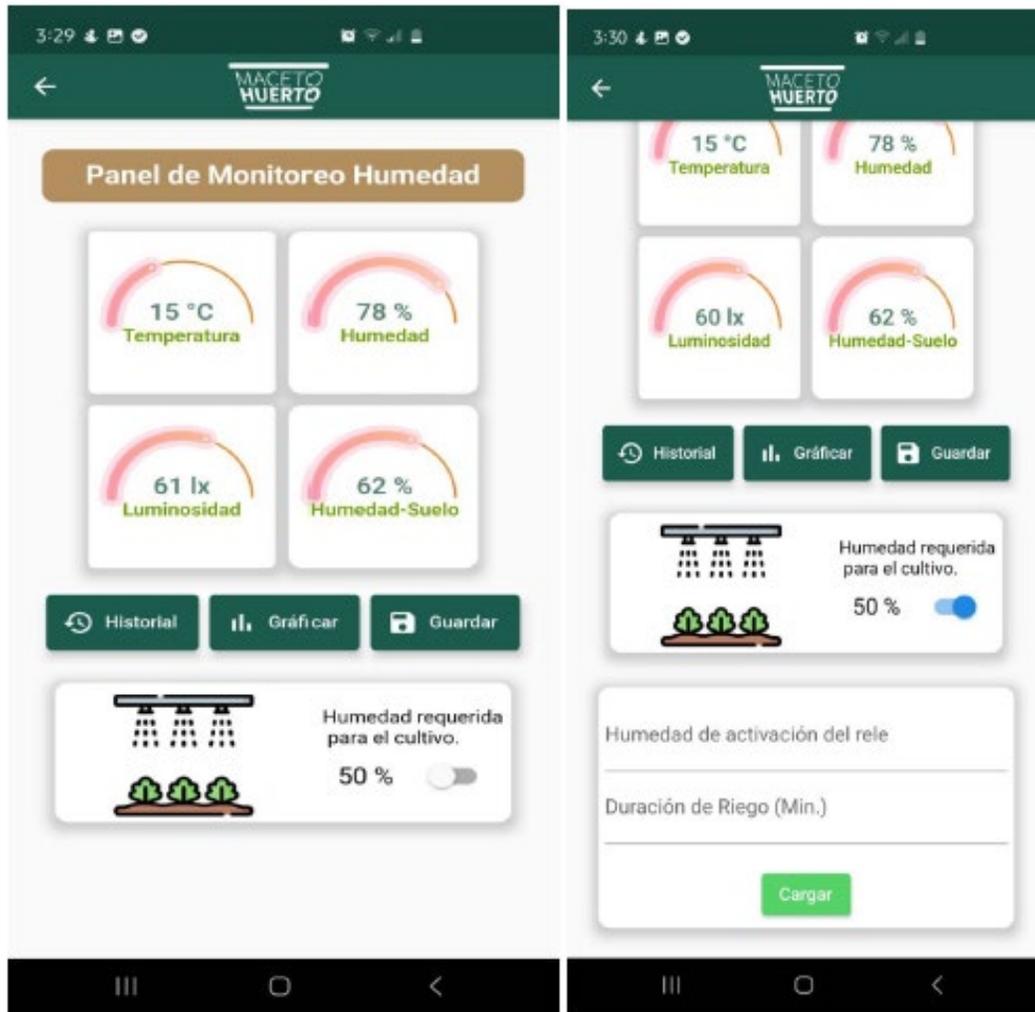


Setario: sensor de humedad del aire, temperatura, luminosidad y un relevador para activar una bomba de diafragma.

Huerto: Sensor de temperatura, humedad del aire, humedad de la tierra, luminosidad, y un relevador para activar una electroválvula.

Hidroponía: Sensor de PH, conductividad, luminosidad, temperatura y humedad, además de un relevador para activar una bomba de diafragma, dependiendo de lo establecido por el usuario.

**Figura 6.** Panel de monitoreo en la aplicación móvil



Las pruebas finales del prototipo se realizaron el jueves 14 de diciembre de 2023 (Figura 7), con un huerto instalado en las instalaciones de Corenadr, Fuentes Brotantes.

**Figura 7.** Pruebas finales en las instalaciones de Corenadr Fuentes Brotantes



## CONCLUSIONES

La accesibilidad remota lograda mediante BLE ofrece a los usuarios la capacidad de supervisar y manejar el cultivo desde cualquier lugar. La flexibilidad de la interfaz de *Flutter* facilita su adaptación a las necesidades del monitoreo y proporciona una interacción intuitiva.

La integración de IoT optimiza la eficiencia al automatizar tareas críticas del cultivo, con lo cual disminuye la intervención manual y se mantienen condiciones óptimas.

Si bien la conexión a través de BLE al dispositivo IoT ofrece un monitoreo detallado, es esencial considerar la escalabilidad del proyecto. La introducción de *Wi-Fi* o una conexión mixta permitiría una expansión futura, posibilitando un alcance más amplio, mayores funcionalidades y un monitoreo más detallado.

En resumen, este enfoque de aplicación móvil con *Flutter*, BLE e IoT para controlar sistemas hidropónicos refleja una ruta innovadora y eficaz para la gestión de cultivos.

Además, abre la puerta hacia futuras actualizaciones que podrían hacer la agricultura más inteligente, eficiente y adaptable a distintos entornos y necesidades específicas.

## BIBLIOGRAFÍA

Flutter (s.f.). *Build for any screen*. <https://flutter.dev/>

Francia, J. (25 de septiembre de 2017). ¿Qué es Scrum? *Scrum.org*.  
<https://www.scrum.org/resources/blog/que-es-scrum>

Gobierno de México (29 de abril de 2016). Hidroponía ¿Sabes qué es y cómo funciona? *Servicio de información agroalimentaria y pesquera*.  
<https://www.gob.mx/siap/articulos/hidroponia-sabes-que-es-y-como-funciona>

- Grau, A. (2021). What is Flutter? *Fluttered*. <https://en.fluttered.io/blog/que-es-flutter>
- Hernández, C., Navarro, P., Rodríguez, L. y Serrano, J. (2023). Estudio para medir retención de humedad en diversos tipos de tierra para plantas de ornato. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, núm. 15. <https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/873>
- Novidá (s.f.). BLE (Bluetooth Low Energy): ¿qué es y cómo usarlo en IoT? *Blog de Novidá*. <https://www.novida.com/es/blog/ble/>
- Oracle (2024a). *¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)?* <https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iot/>
- Oracle (2024b). *¿Qué es una base de datos relacional (Sistema de gestión de bases de datos relacionales)?* <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-a-relational-database/>
- Rehkopf, M. (s.f.). *Sprints de Scrum*. <https://www.atlassian.com/es/agile/scrum/sprints>
- Trujillo, U. (2020). *Tekax - Aplicación móvil para el control de cultivos hidropónicos utilizando IoT*. [Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Acapulco]. <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/1466/1/Tesis-UzielTrujillo-tesis-v1.4.pdf>
- Zendesk (14 de febrero de 2023) *¿Qué es la metodología ágil y cuáles son las más utilizadas?* *Blog de Zendesk*. <https://www.zendesk.com.mx/blog/metodologia-agil-que-es/>