

Artículo

Mejoramiento de Sistemas Hidropónicos utilizando Tecnologías IoT

Erick Hernández-Najera ¹, Emilio R. Morales-Maldonado ² y Saulo G. Cristales-Bonilla ^{3,*}

¹ División de Ingeniería en Sistemas Computacionales; Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El Saucillo, Huichapan 42411, Hidalgo, México

² División de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable; Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El Saucillo, Huichapan 42411, Hidalgo, México

³ División de Ingeniería en Sistemas Computacionales; Tecnológico Nacional de México - Instituto Tecnológico Superior de Huichapan, El Saucillo, Huichapan 42411, Hidalgo, México

* Correspondencia: ehernandez@iteshu.edu.mx

Resumen: Los sistemas hidropónicos han demostrado ser una alternativa eficiente para la producción de cultivos en condiciones controladas. Este artículo presenta un estudio sobre el uso de tecnologías de Internet de las cosas (IoT) para mejorar la gestión de sistemas hidropónicos. El objetivo de esta investigación es analizar, los beneficios que brinda la implementación de tecnologías IoT en los sistemas hidropónicos. La metodología consiste en un estudio exploratorio a partir de datos obtenidos en el proceso de implementación de un control automático y las observaciones en el crecimiento de los cultivos.

Keywords: hidroponía; IoT; Sistema de recirculación, Agricultura urbana.

1. Introducción

El mejoramiento de los sistemas hidropónicos utilizando tecnologías de Internet de las cosas (IoT) ha revolucionado la forma en que cultivamos plantas en entornos controlados. La integración de la IoT en la agricultura hidropónica ha permitido un monitoreo y control más preciso de los sistemas, lo que ha llevado a una mayor eficiencia y productividad [1].

La hidroponía es un método de cultivo que prescinde del suelo y utiliza soluciones nutritivas para alimentar las plantas [1]. Este enfoque ha demostrado ser altamente eficiente en términos de uso de agua y nutrientes, pero la implementación de tecnologías IoT ha llevado este método un paso más allá.

La tecnología IoT se refiere a la conexión de dispositivos y sistemas a través de Internet, permitiendo la recopilación de datos en tiempo real y la comunicación entre diferentes componentes. En el contexto de los sistemas hidropónicos, esto implica la conexión de sensores, controladores y otros dispositivos a una red que permite el monitoreo y control remoto [2].

Uno de los beneficios clave de la aplicación de la IoT en la hidroponía es la capacidad de monitorear y ajustar los parámetros ambientales en tiempo real. Los sensores pueden medir variables como la temperatura, la humedad, el pH y los niveles de nutrientes en la solución, y transmitir estos datos a un sistema centralizado [3].

Este sistema centralizado puede analizar los datos recibidos y generar información útil para el agricultor. Por ejemplo, si los sensores detectan una disminución en los niveles de nutrientes en la solución, el sistema puede enviar una alerta al agricultor para que tome medidas correctivas. Del mismo modo, si la temperatura o la humedad están fuera de los

Citar este trabajo: Hernández-Najera, E.; Morales-Maldonado, E. R.; Cristales-Bonilla, S. G. Mejoramiento de Sistemas Hidropónicos utilizando Tecnologías IoT. *RELITEC'S* 2023, 6ta edición.

ISSN 2395-972X
relitecs.iteshu.edu.mx/

Recibido: 30-09-2023
Aceptado: 22-11-2023
Publicado: 30-11-2023

rangos deseados, el sistema puede ajustar automáticamente los parámetros para mantener las condiciones óptimas [4].

Además del monitoreo, la IoT también permite el control remoto de los sistemas hidropónicos. Esto significa que los agricultores pueden ajustar los parámetros y tomar decisiones desde cualquier lugar con acceso a Internet [4]. Por ejemplo, si el agricultor está fuera de la granja, puede cambiar la configuración del sistema de riego o controlar la iluminación de las plantas a través de una aplicación en su teléfono inteligente.

La implementación de tecnologías IoT en los sistemas hidropónicos también ha llevado al desarrollo de sistemas automatizados. Estos sistemas pueden realizar tareas como la dosificación de nutrientes, el control del riego y la iluminación de manera autónoma, basándose en los datos recopilados por los sensores y las instrucciones programadas [5].

La automatización de estos procesos no solo reduce la carga de trabajo para los agricultores, sino que también garantiza un control más preciso y constante de las variables ambientales. Esto puede resultar en un mayor rendimiento de las plantas y una reducción de los errores humanos [6].

Otro aspecto importante del mejoramiento de los sistemas hidropónicos utilizando tecnologías IoT es la capacidad de recopilar datos a largo plazo y realizar análisis detallados. Los sistemas pueden almacenar y analizar datos históricos, lo que permite identificar patrones y tendencias a lo largo del tiempo [7].

Estos análisis pueden ayudar a los agricultores a tomar decisiones más informadas y optimizar sus prácticas de cultivo. Por ejemplo, pueden identificar los momentos más efectivos para aplicar nutrientes o ajustar la iluminación en función de los patrones de crecimiento observados en el pasado.

En resumen, el mejoramiento de los sistemas hidropónicos utilizando tecnologías IoT ha proporcionado a los agricultores una herramienta poderosa para optimizar la producción y mejorar la eficiencia en la agricultura hidropónica. La intención del presente artículo es observar la contribución de estas al mejoramiento de las técnicas de cultivo.

2. Materiales y Métodos

2.1. Sistema de recirculación continua

Los sistemas de recirculación describen un mecanismo que permite la producción de diversas variedades de plantas y cultivos comestibles en áreas no aptas para ellas o con escases de agua como principal factor [8]. Este tipo de sistemas de producción presentan la finalidad principal de ejemplificar y explicar de manera práctica y sencilla, el aprovechamiento óptimo del agua mediante la implementación de un sistema de producción [9].

El sistema de recirculación está compuesto por dos depósitos de agua, uno con capacidad de 1000 lts donde se depositará el agua que baje por el sistema de recirculación, un segundo depósito de 1100 lts que recibirá el agua del prototipo, el líquido será desplazado con ayuda de una bomba hasta el tinaco, permitiendo que esta baje por gravedad al sistema de recirculación donde estarán las semillas de hortalizas para su crecimiento. En la Figura 1 se observa el diseño a escala del prototipo de recirculación continua.

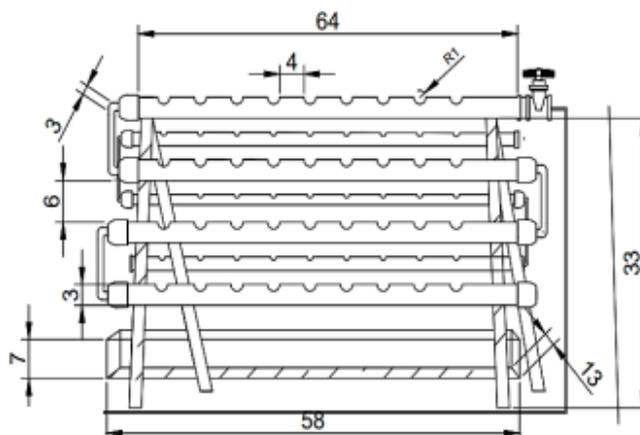


Figura 1. Esquema a escala del prototipo del sistema de recirculación continua.

2.2. Estructura de la arquitectura del prototipo

La arquitectura del prototipo se encuentra formada por 5 elementos fundamentales estos son: el suministro de alimentación AC, el módulo de alimentación DC, la controladora (ESP8266), El timer programable, el relé encargado de activar la bomba de agua. El esquema de la arquitectura se presenta en la Figura 2.

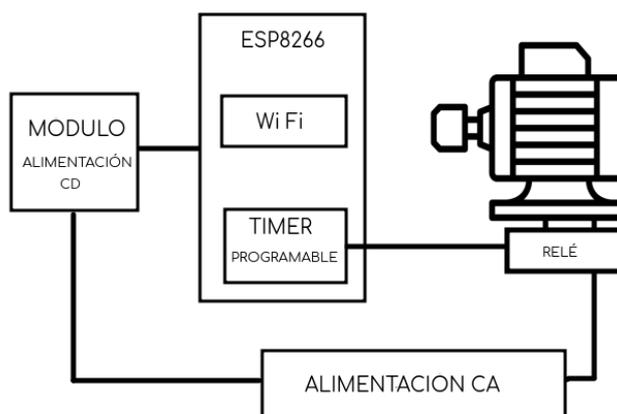


Figura 2. Arquitectura del prototipo de control

2.2.1. Módulo de alimentación AC

Este módulo es el encargado de suministrar los 120 V AC que permiten alimentar la bomba activada por relé, además de alimentar el módulo de alimentación CD.

2.2.2. Módulo de alimentación DC

La mayoría de los componentes electrónicos utilizan un voltaje de 5 V, por lo que es necesario contar con un módulo dedicado a transformar la corriente AC recibida por la necesaria para el funcionamiento adecuado de la controladora y componentes electrónicos (relé).

2.2.3. Controladora (Módulo ESP8266)

La controladora consiste en un SoC (Sistem on Chip) NodeMCU ESP8266 presentado en la Figura 3. El ESP8266 incorpora un microcontrolador con procesador Tensilica L106 de 32-bit y un sistema de radio frecuencia en el estándar Wi-Fi, el cual es necesario para la conexión a internet. Las características principales del NodeMCU ESP8266 son las si-

Es importante mencionar que los tiempos que están programados por default se pueden configurar, esto atendiendo que se puedan ajustar de acuerdo a la cantidad de agua que se requiera, así como el tiempo que tarde en pasar el agua por el sistema.

3. Resultados

Al tratarse de una primera versión del prototipo (figura 5), además que momentáneamente se trabajó en el sistema de control automático de bombeo, se obtuvieron resultados relevantes en relación a la forma tradicional de realizar esta tarea, es decir, los resultados se traducen a que no fue necesaria la intervención humana en cuanto al monitoreo del bombeo, por lo que las personas encargadas del seguimiento de los cultivos en el sistema de recirculación continua, se enfocaron a monitorear el desarrollo y crecimiento de las plántulas, que para esta primera versión se cultivaron lechugas y cilantro, las cuales se puede observar en la figura 6 .



Figura 5. Prototipo armado dentro de la misma caja de conexión a la bomba



Figura 6. Cultivos de lechuga cultivados en el sistema.

4. Discusión

En el presente estudio titulado "Mejoramiento de Sistemas Hidropónicos utilizando Tecnologías IoT", se obtuvieron resultados importantes, de acuerdo a cambiar la forma tradicional de realizar las tareas como son el bombeo de agua en un sistema de recirculación continua. En la primera versión del prototipo, se logró observar que utilizando este tipo de herramientas podemos descartar ciertas acciones realizadas por personas como fue el monitoreo del bombeo. Esto significa que las personas encargadas del seguimiento de los cultivos en el sistema de recirculación continua pudieron enfocarse en monitorear el desarrollo y crecimiento de las plántulas.

Para esta primera versión del sistema, se cultivaron lechugas y cilantro, los resultados son prometedores, ya que demuestran que la implementación de tecnologías IoT en sistemas hidropónicos puede mejorar la eficiencia y reducir la necesidad de intervención humana en tareas de monitoreo y control. Sin embargo, es importante destacar que estos resultados corresponden a una fase inicial del proyecto y se requiere de investigaciones adicionales para evaluar el desempeño a largo plazo y en diferentes condiciones de cultivo.

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta primera versión del prototipo indican que el uso de tecnologías IoT en sistemas hidropónicos puede ser una estrategia efectiva para mejorar la automatización y eficiencia en el cultivo de hortalizas para autoconsumo, permitiendo a las personas que las utilicen, centrarse en el desarrollo y crecimiento de estas. Estos hallazgos son prometedores y sientan las bases para futuras investigaciones y mejoras en este campo.

Financiamiento: “Esta investigación no recibió financiamiento externo”.

Conflicto de interés: “Los autores declaran no tener conflicto de intereses”

Referencias

1. La Hidroponía: Cultivos sin Suelo. Available online: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/la-hidroponia-cultivos-sin-suelo> (accessed on 18 julio 2023)
2. Qué es IoT (Internet of Things)? Available online: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/IoT-internet-of-things.html> (accessed on 18 julio 2023)
3. Montaña-Blacio, M.; González-Escarabay, J.; Jiménez-Sarango, O.; Mingo-Morocho, L. y Carrión-Aguirre, C. *Diseño y despliegue de un sistema de monitoreo basado en IoT para cultivos hidropónicos*, INGENIUS, Revista de Ciencia y Tecnología, N.º 30, pp. 9-18, 2023. doi: <https://doi.org/10.17163/ings.n30.2023.01>
4. Ariza, L. A.; Ibáñez J. A. & Morales, J. D. *Diseño e implementación de un sistema IoT para monitorear cultivos*, Tesis de Ingeniería. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá Colombia, 2022
5. *Fitomonitorio: Agricultura de precisión para cultivos intensivos*. Available online: <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/02/2011-no-21-Fitomonitorio-Agricultura-de-precisio%CC%81n-para-cultivos-intensivos.pdf> (accessed on 18 julio 2023)
6. *Inteligencia Artificial en la Agricultura: Optimización y Sostenibilidad*. Available online: <https://canalinnova.com/inteligencia-artificial-en-la-agricultura-optimizacion-y-sostenibilidad/> (accessed on 18 julio 2023)
7. Tovar Soto, J. P., Solórzano Suárez, J. de los S., Badillo Rodríguez, A., & Rodríguez Cainaba, G. O. *Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual*. Lámpsakos (revista Descontinuada), (22), 86–105. <https://doi.org/10.21501/21454086.3253>
8. Carmona, J. *Mejora en la producción y calidad de lechuga mediante la optimización de las condiciones de cultivo en sistemas hidropónicos bajo invernadero*. [Proyecto de investigación: Nuevos sistemas de cultivo para la producción de hortalizas de hoja].
9. Naspirán-Jojoa, D. C., Fajardo-Rosero, A. G., Ueno-Fukura, M., & Collazos-Lasso, L. F. *Perspectivas de una producción sostenible en acuicultura multitrófica integrada (IMTA)*. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 69(1), 75-97.
10. *ESP8266 data sheet*, Espressif Systems, Shanghai.