

Tipo de artículo: Artículo original
Temática: Automatización de procesos
Recibido: 10/08/19 | Aceptado: 10/11/19 | Publicado: 22/11/19

Diseño de aplicación IoT para el monitoreo de casas de cultivo.

IoT application design for monitoring greenhouses.

Arturo Cardenas Rivero^{1*}, Jorge Portal¹, Richar Sosa¹, Ivan Santana¹

¹Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a Camajuaní, Km 51/2, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
CP: 50100

*Autor para correspondencia: acrivero@uclv.cu

Resumen

Las casas de cultivo de la UEB de Cultivos Protegidos “Valle del Yabú” carecen de un sistema de monitoreo y supervisión de variables ambientales como la humedad del suelo, la humedad del aire, la temperatura y la incidencia de la luz solar. El objetivo del presente trabajo es diseñar una aplicación IoT que garantice la visualización local o remota de la información y el chequeo de valores históricos. El emplea una plataforma de IoT, así como de las herramientas de almacenamiento y comunicación más adecuadas, permiten asegurar una aplicación apropiada para la supervisión de las casas de cultivo. La plataforma de IoT Things Board cumple satisfactoriamente todos los requisitos necesarios para su correcto funcionamiento en aplicaciones industriales, entre ellas las de agricultura de precisión. Como resultado de esta investigación, se logra un correcto enrutamiento de los nodos sensores, se muestran los datos de las variables medidas y se almacenan los valores históricos. La visualización de los datos se realiza en una interfaz gráfica idónea para usuarios con poca experiencia en temas de IoT.

Palabras clave: Redes de sensores inalámbricos; IoT; Casas de cultivo; Agricultura de precisión.

Abstract

The greenhouses of the UEB of Protected Crops “Valle del Yabú” lack a monitoring and supervision system for environmental variables such as soil moisture, air humidity, temperature and the incidence of sunlight. The objective of this work is to design an IoT application that guarantees the local or remote visualization of the information and

checking of historical values. The use of anIoT platform, as well as the most appropriate storage and communication tools, ensure an adequate application for the supervision of the greenhouses. The IoT ThingsBoard platform satisfactorily meets all the necessary requirements for its correct operation in industrial applications, including precision agriculture. As a result of this research, a correct routing of the sensor nodes is achieved, the data of the measured variables are shown and the historical values are stored. The visualization of the data is carried out in a graphical interface suitable for users with little experience in IoT issues.

Keywords: *Wireless Sensor Networks; IoT; Greenhouses; Precision Agriculture.*

Introducción

El desarrollo científico y tecnológico, unido a los avances en las esferas de la electrónica y las comunicaciones, ha permitido que el hombre sea capaz de comunicarse remotamente con personas u objetos presentes en ramas de la economía y la sociedad. Uno de los conceptos modernos del Internet, denominado Internet de las Cosas o *Internet of Things (IoT)*, permite el monitoreo y control de prácticamente todo lo que tenga capacidad de conectarse a una red (Hernández Rojas, Mazon Olivo y Campoverde Marca, 2015). Con la aplicación de nuevas tecnologías en la agricultura convencional, ha surgido el concepto de Agricultura de Precisión (AP), donde el usuario puede acceder a parámetros relacionados con su finca y controlarlos de manera manual o automática (Mat *et al.*, 2017). De esta manera, se contribuye a combatir las enfermedades epidémicas mediante la aplicación adecuada de la cantidad y tipo de fertilizantes o plaguicidas, optimiza el consumo de recursos, y potencia el sector agrícola al generar productos más saludables.

La agricultura moderna se enfrenta a grandes desafíos relacionados con la construcción de un futuro sostenible, dificultado con el aumento poblacional, la urbanización, la contaminación ambiental, los cambios en los gustos alimentarios, la migración, y el cambio climático. Una agricultura moderna debe utilizar las tecnologías y herramientas derivadas de las investigaciones y adelantos científicos. Hay una amplia gama de aplicaciones posibles: gestión de maquinarias, vigilancia del ganado, piscicultura, cuidado forestal, cultivos urbanos, entre otras. Todas las tecnologías implicadas giran en torno al concepto del IoT y ayudan a los agricultores a través de sistemas de apoyo a la toma de decisiones (Cirani y Ferrari, 2019).

En (Quiñones Cuenca *et al.*, 2017), se diseñó un sistema de monitoreo de variables medioambientales. Los nodos están formados por módulos de sensores, procesamiento y comunicación. Para el procesamiento se usan placas

Arduino Uno a la que se acoplan los sensores. Para la comunicación se propone el uso de Wi-Fi (2.4 GHz) en ambientes urbanos y DigiMesh (900MHz) para el intercambio de información a grandes distancias. El abastecimiento de energía está conformado por paneles solares de 5.2 W, baterías LiPo de 3.7V y 6600mAh y cargadores solares de 450mA. El prototipo diseñado se evaluó en 3 plataformas IoT, las cuales son: Ubidots, Phant y ThingSpeak.

En (Cadavid *et al.*, 2018) se realiza una extensión de la plataforma de IoT de código abierto ThingsBoard para la detección de enfermedades que afectan a los cultivos. Para el almacenamiento de la información que maneja la plataforma, se emplea la base de datos NoSQL Apache Cassandra. Los datos se transmiten según el protocolo de comunicación MQTT que presenta un patrón de mensajes publicador-suscriptor. La plataforma IoT revisa los mensajes recibidos, evalúa las reglas definidas por el usuario para la detección de una probabilidad de enfermedad y dispara las acciones asociadas a cada regla.

En el artículo (Guerrero Ibañez *et al.*, 2017) se presenta SGreenH-IoT como una plataforma IoT de bajo costo y consumo energético para la monitorización de invernaderos. El modelo de topología está basado en clústeres. Para la comunicación de los nodos sensores con los nodos coordinadores se empleó el protocolo ZigBee. La información recogida por los nodos coordinadores se envía a la nube a través de conexiones de red celular 3G o 4G. Los nodos sensores están conformados por un microcontrolador PIC18LF46K22 de Microchip™. Como fuente de energía se utilizaron baterías de iones de litio con protección contra descargas y sobrecargas, que suministran 3.7V y 2000mAh de corriente directa. Los nodos coordinadores están formados por Raspberry Pi 3 Modelo B+ con módulos XBee coordinadores. La interfaz gráfica de la plataforma permite consultar los parámetros monitoreados y configurar los sensores de acuerdo las necesidades de cada usuario.

El sistema de monitoreo para variables agronómicas basado en una red de sensores inalámbricos presentado en (Caicedo Ortiz *et al.*, 2018) emplea Zolertias Z1 como nodos sensores y *gateway*. Estos dispositivos implementan el sistema operativo de código abierto Contiki, diseñado para sistemas de baja capacidad de procesamiento y consumo energético. Se emplea el Protocolo de Ruteo para Redes de bajo consumo RPL, que tiene en cuenta la eficiencia energética, se adapta a TCP/IP y facilita la implementación de sensores independientemente la posición de los nodos. Los nodos se colocaron equidistantes unos de otros, para lograr homogeneidad en la comunicación. Los datos se almacenan en un servidor MySQL usando PHP para proveer una interfaz gráfica. La aplicación web tiene control de acceso y visualización de datos de temperatura y la humedad del suelo.

Otro sistema de monitoreo ambiental para aplicaciones en la agricultura es propuesto en (Cao-hoang y Nguyen Duy, 2017), donde se escogen plataformas Arduino como hardware para los nodos sensores. La información recolectada es

enviada al *gateway* vía wifi por la banda de 2.4GHz, que pertenece a la especificación IEEE 802.11 b/g/n. Una Raspberry Pi funciona como *gateway* es la responsable de almacenar, analizar y transmitir los datos a la nube. El bróker de mensajes de código abierto Eclipse Mosquitto permite la utilización del protocolo de publicación/suscripción MQTT. La plataforma IBM Watson IoT administra, monitorea y visualiza los datos en tiempo real. Como sistema de alimentación de los nodos sensores se proponen baterías LiPo de 3.7V y 1200mAh acompañadas de paneles solares de 1W.

En el Simposio de la IEEE sobre Informática y Comunicaciones desarrollado en el 2017 se dio a conocer una propuesta ligera y segura para comunicaciones industriales. El protocolo de mensajería MQTT es descrito como un protocolo asincrónico y cuenta con un servicio de calidad (*QualityofService, QoS*) de 3 niveles. Los nodos (*notes*) están conformados por dispositivos Zolertia Z1, que funcionan con el sistema operativo Contiki, especialmente diseñado para aplicaciones de IoT. Un enrutador de frontera (*borderrouter*) permite la interconexión entre redes 6LoWPAN/IEEE 802.15.4 con redes locales IPv6. El enrutador de frontera es instalado en una Raspberry y el bróker MQTT Mosquitto es seleccionado en la red WSN propuesta(Katsikeas *et al.*, 2017).

Propuesta de aplicación IoT

Las plataformas de IoT ofrecen una solución completa en cuanto a los servicios de control de dispositivos y de recolección, procesamiento y visualización de los datos. Generalmente residen en la nube, aunque pueden implementarse en servidores locales, especialmente en áreas remotas de difícil conectividad. Son conocidas como el *middleware* de Internet de las Cosas, actuando como mediador entre la capa de hardware y la capa de aplicación. Las plataformas de *middleware*IoT pretenden simplificar la lectura de datos de todo tipo de fuentes (dispositivos físicos, entrada humana, datos en línea, etc.) y proporcionan funcionalidades básicas para filtrar, analizar, crear eventos y visualizar la información recibida (Prakash Jayaraman *et al.*, 2016).

ThingsBoard es una plataforma IoT de código abierto para la recolección, procesamiento, visualización de datos y administración de dispositivos. Permite la conectividad de dispositivos a través de protocolos IoT que se han convertido en estándares de la industria como MQTT, CoAP, HTTP y soporta implementaciones en la nube y en servidores locales. Proporciona al usuario administrador una interfaz web idónea para registrar y administrar dispositivos. ThingsBoard da la posibilidad de crear contenedores llamados activos (*assets*) para reorganizar los datos y se pueden asignar atributos a los dispositivos y activos (los atributos pueden ser características de dispositivo como la versión de *firmware*, especificaciones de hardware, etc.). Además, permite la definición de reglas, que consisten en filtros para mensajes recibidos y procesadores que añaden metadatos a los mensajes. Operaciones típicas que podrían

aplicarse mediante reglas son las comparaciones entre los valores recibidos y el establecimiento de umbrales (para comprobar, por ejemplo, si una temperatura ha excedido un umbral de seguridad). ThingsBoard ofrece la posibilidad de crear paneles actualizados en tiempo real para la visualización de datos, que pueden personalizarse con más de 30 widgets (Tommaso De Paolis, De Luca y Paiano, 2018).

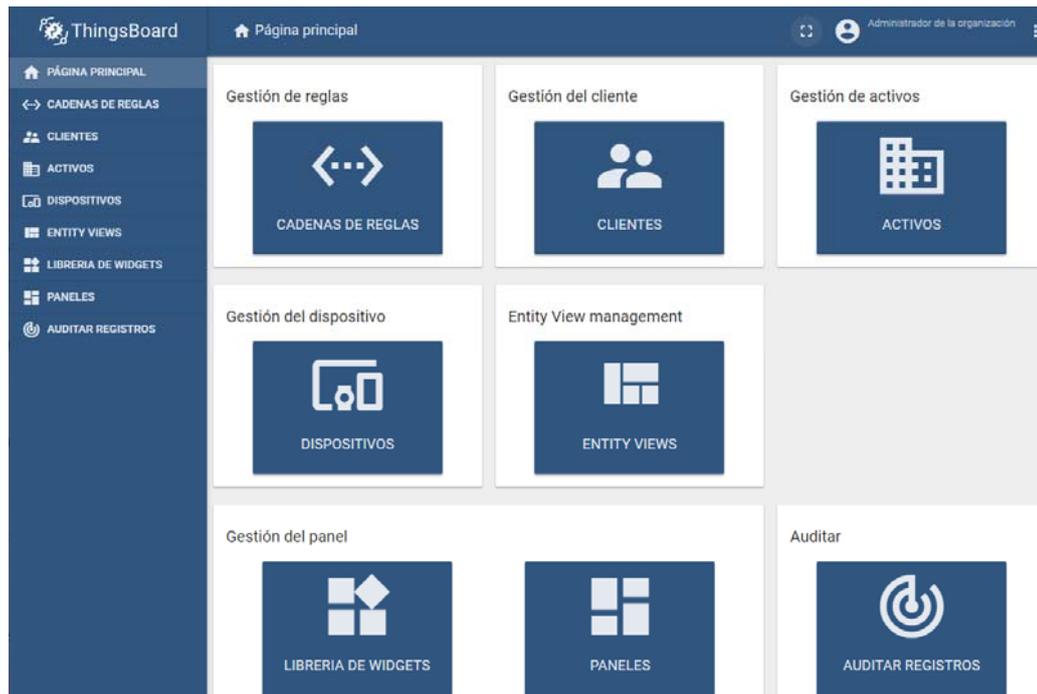


Figura 1. Página principal de la interfaz de usuario de la plataforma IoTThingsBoard.

La plataforma IoTThingsBoard permite definir alarmas para dispositivos y activos, lo cual se puede utilizar para enviar notificaciones a los dispositivos cuando se detectan situaciones problemáticas en la fase de preprocesamiento o procesamiento de datos. Tiene escalabilidad horizontal, tolerancia a fallos, soporta encriptación de transporte para MQTT y HTTP, tiene licencia Apache License 2.0 (se puede utilizar en productos comerciales de forma gratuita) y soporta bases de datos SQL, NoSQL e híbridas. ThingsBoard incorpora la funcionalidad de *gatewayIoT*, solución de código abierto que permite integrar dispositivos IoT conectados a sistemas heredados y de terceros. ThingsBoardIoTGateway ofrece extensiones MQTT, OPC-UA, Sigfox y Modbus para recopilar datos de dispositivos IoT que están conectados a través de dichos protocolos (ThingsBoard, 2019).

En la arquitectura de hardware de la aplicación IoT que se propone (figura 2), los nodos sensores (*nodes*) están constituidos por dispositivos Zolertia Z1 que cuentan con un procesador MSP430F2617 de 16-bit a 16 MHz, 8 kB de memoria RAM, 92 kB de memoria *flash*, transceptor de radio CC2420 empotrado y comunicación IEEE 802.15.4 a

2.4GHz (Liñan, Bagula y Pietrosemoli, 2016). El enrutador de frontera está formado por un Zolertia Z1 configurado como *borderrouter* conectado por comunicación serie (USB) a una Raspberry Pi 3 Modelo B. La Raspberry Pi 3 está formada por un procesador ARM Cortex-A53 de 4 núcleos a 1.2GHz, conectividad Wi-Fi, LAN y Bluetooth, 1GB de memoria RAM y conector para tarjetas SD (Raspberry Pi Foundation, 2016).

Los sensores empleados son, sensor de temperatura y humedad relativa DHT22 (alimentación de 3.3V a 6VDC, rango de operación de -40°C a 80 °C y 0 a 100% de humedad relativa), módulos YL69 y YL-38 del sensor de humedad del suelo (alimentación de 3.3V a 5VDC, salida 0a 4.2V) y el sensor fotosensible análogo-digital LM393 (alimentación de 3.3 a 5VDC, corriente de operación de 15 mA, salida analógica de 0 a 5V y salida digital de disparo de 0 a 5V).

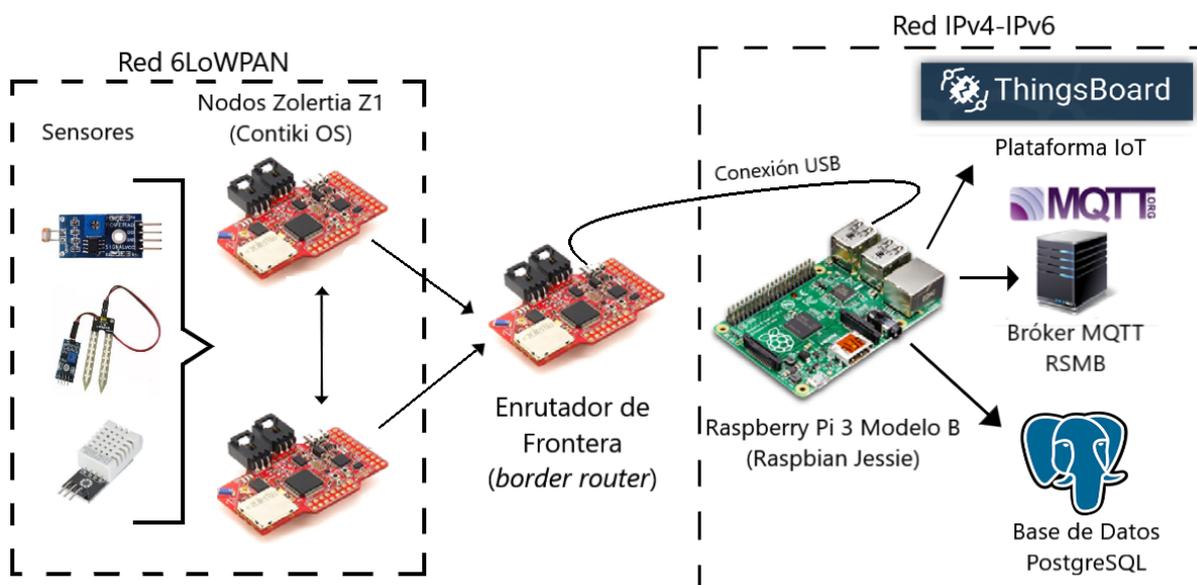


Figura 2. Arquitectura de la aplicación IoT diseñada.

La topología y la arquitectura de software de la WSN diseñada implementa una red en malla ad-hoc, pues estas no poseen infraestructura, son flexibles y todos los nodos ofrecen servicios de encaminamiento, o sea, todos los nodos además de realizar la función de nodos finales también son enrutadores. La pila de protocolos utilizada implementa en la capa física el estándar de comunicación IEEE 802.15.4, la capa de red usa el protocolo 6LoWPAN y el protocolo de ruteo RPL, la capa de transporte implementa UDP y la capa de aplicación emplea el protocolo MQTT. Como sistema operativo para los *nodes* Zolertia Z1 se emplea Contiki, de código abierto y especialmente diseñado para microcontroladores de bajo consumo y baja potencia. Contiki soporta los estándares IPv6 e IPv4 y los estándares

inalámbricos de baja potencia: 6LoWPAN, RPL, CoAP, MQTT. Las aplicaciones de Contiki están escritas en lenguaje C y pueden simularse con la herramienta Cooja (Liñan, Bagula y Pietrosevoli, 2016).

Cooja es un simulador basado en Java diseñado para la simulación de redes inalámbricas que ejecutan Contiki. Es un simulador flexible, pues muchos de sus componentes se pueden sustituir fácilmente o ampliar con funciones adicionales, entre ellas, las simulaciones de hardware y de entradas/salidas. Además, Cooja mezcla la simulación de alto nivel con simulación a bajo nivel del hardware de un nodo (Fraga Castro, 2015). Es un simulador gratuito y de código abierto, y su gran utilidad radica en la posibilidad de comprobar el código y el comportamiento del sistema diseñado antes de ejecutarlo en el hardware.

El sistema operativo Raspbian es instalado en la Raspberry Pi 3 Modelo B, pues contiene un conjunto de programas básicos y utilidades para comenzar a explotar las capacidades de esta microcomputadora. Raspbian es un sistema operativo libre, basado en Debian (Linux), y presenta una amplia comunidad de desarrolladores (Raspbian, 2019). Además, en la Raspberry Pi se instala la plataforma de IoT ThingsBoard, que incluye la base de datos PostgreSQL para el almacenamiento de la información, y proporciona el *gateway* IoT. Este último cuenta con una extensión MQTT que permite la obtención de datos de los dispositivos a través del bróker RSMB.

Resultados obtenidos

Una de las ventajas de la aplicación IoT propuesta, es la posibilidad de evaluar el desempeño antes de realizar su implementación real. Esto es posible debido a que todo el software se ejecuta en el sistema operativo Linux, aunque en distribuciones diferentes, puesto que la Raspberry Pi 3 Modelo B utiliza Raspbian y los resultados mostrados son obtenidos a partir de la instalación de la plataforma en Ubuntu 18.04. La principal diferencia al ejecutar la aplicación IoT en ambas distribuciones radica en las limitaciones de recursos computacionales que presenta la Raspberry Pi en comparación con una computadora convencional. Esto no representa un obstáculo, pues la plataforma ThingsBoard y su *gateway* IoT permiten la instalación en dispositivos con recursos limitados sin comprometer la estabilidad.

Para efectuar una comprobación de la aplicación IoT propuesta, se simuló durante 65 minutos una WSN utilizando la herramienta Cooja. La WSN simulada está compuesta por un nodo enrutador de frontera y nueve nodos sensores, algunos de los cuales se encuentran dentro del radio de alcance del enrutador de frontera y otros deben enrutarse a través de estos para acceder al *border router*. El enrutador de frontera establece un servidor web donde se pueden visualizar los nodos vecinos y enrutados, así como el nodo que lo enruta. Esto resulta de suma importancia para

comprobar la conexión de los nodos desde cualquier dispositivo conectado a la misma red que el *borderrouter*. Durante el tiempo de simulación se enviaron los datos cada 5 minutos al bróker MQTT RSMB y este los reenvió a la plataforma IoT. La prueba realizada arrojó resultados satisfactorios, pues el bróker RSMB recibió y envió 117 mensajes (cada nodo publica 13 veces durante los 65 minutos), la plataforma visualizó los valores de telemetría (temperatura, humedad, intensidad luminosa, etc.) y estos quedaron correctamente almacenados en la base de datos.

Para valorar el funcionamiento de la aplicación IoT bajo condiciones reales, en cuanto a calidad de la conexión, enrutamiento de los nodos y al envío de datos de los mismos hacia la plataforma ThingsBoard, se realizó un despliegue del sistema en la UEB de Cultivos Protegidos “Valle del Yabú” de Santa Clara, Villa Clara. Se estableció una WSN de 6 nodos, 4 de ellos nodos sensores (figura 3a), uno destinado al enrutamiento solamente (sin sensores) y el nodo enrutador de frontera. En la caseta de fertirriego se instaló el nodo enrutador de frontera junto con la Raspberry Pi 3 Modelo B (figura 3b) que ejecuta la plataforma IoT y el bróker RSMB. En la figura 4 se puede observar la distribución geográfica de cada componente de hardware utilizado.



Figura 3. Nodo sensor (a) y nodo enrutador de frontera conectado a la Raspberry Pi (b).

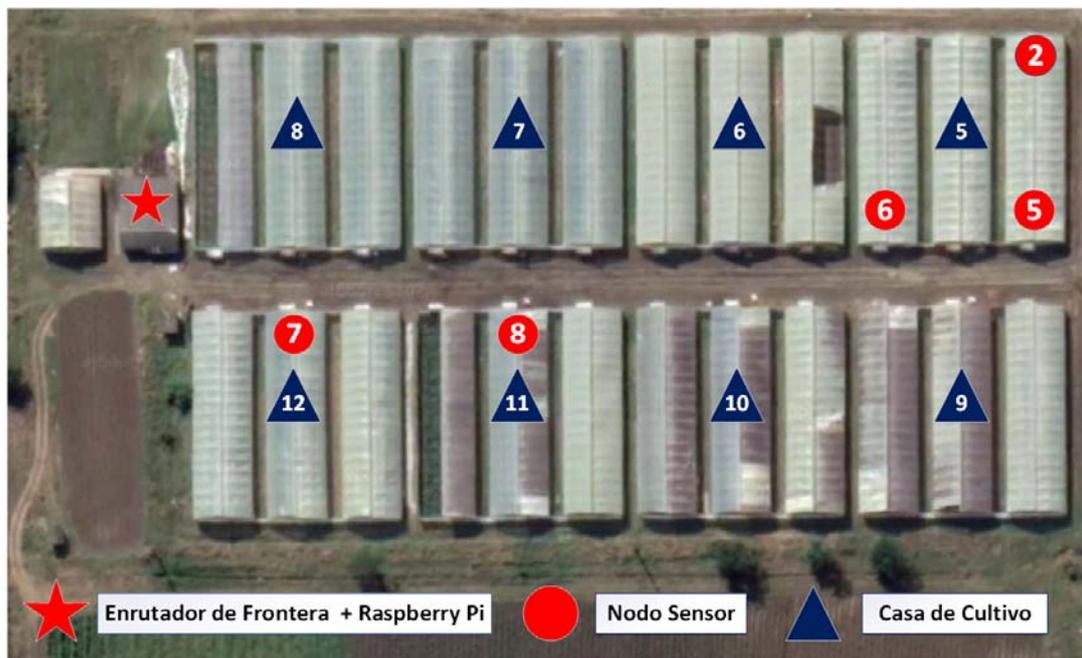


Figura 4. Ubicación de los dispositivos de hardware en las casas de cultivo.

Debido a la distancia del *borderrouter* con la casa de cultivo más alejada (220 m aproximadamente), y a que el alcance de radio de los Zolertias Z1 es de 150 m, fue necesario colocar nodos intermedios con función de enrutadores. Se desplegaron 3 nodos sensores en la casa de cultivo 5, un nodo sensor en el invernadero 11 y otro exclusivamente para enrutamiento en la casa de cultivo 12. La obtención de los datos se llevó a cabo durante una 1 hora y 45 minutos aproximadamente, en intervalos de 15 minutos entre cada medición de parámetros. Las variables monitoreadas fueron la temperatura del aire, la humedad relativa, la temperatura del dispositivo Zolertia Z1 y la intensidad luminosa. En los paneles que proporciona la plataforma IoTThingsBoard, los valores históricos pueden ser consultados en tiempo real o en un intervalo temporal específico. Estos datos van acompañados de los valores máximos, mínimos y el promedio de cada variable.

Un análisis de la telemetría del nodo 8 (figura 5), confirma la validez de la misma, pues el despliegue de la aplicación IoT se desarrolló al mediodía, donde las temperaturas y la humedad relativa son altas debido a la fuerte incidencia de la luz solar. Además, la temperatura del dispositivo Zolertia es más alta que la temperatura del aire, puesto que este se encuentra funcionando dentro de una caja protectora susceptible al calentamiento por los rayos solares. Las variaciones que experimenta la salida del sensor de intensidad luminosa son del orden de los mV (debido a las nubes fundamentalmente), y se puede inferir que es un día muy soleado, pues la salida de voltaje de dicho sensor se

aproxima a su máximo valor. En cuanto al envío y recepción de los datos, todos los nodos enviaron las mediciones realizadas y estas fueron correctamente almacenadas y visualizadas en la plataforma IoTThingsBoard.



Figura 5. Panel del nodo 8 con valores reales obtenidos durante las pruebas realizadas.

Conclusiones

La implementación de una aplicación de IoT asegura la supervisión de variables de interés en las casas de cultivo de la UEB de Cultivos Protegidos “Valle del Yabú”. La plataforma de software libre ThingsBoard posee todas las características necesarias para la aplicación de IoT en las casas de cultivo del Yabú. Una arquitectura de red en malla ad-hoc es flexible y todos los nodos ofrecen servicios de encaminamiento, por lo que además de realizar la función de nodos finales también son enrutadores. La instalación en una Raspberry Pi de la aplicación IoT brinda una flexibilidad adicional al sistema diseñado, pues permite acceder a los datos históricos más recientes sin necesidad de acceso a servidores externos. La aplicación IoT diseñada brinda una interfaz amigable para los diferentes usuarios, apoyando el proceso de toma de decisiones de los expertos y crea las bases para incorporar algoritmos de inteligencia artificial en dicho proceso.

Referencias

- Cadavid, H. *et al.* (2018) «Towards a Smart Farming Platform: From IoT-Based Crop Sensing to Data Analytics», en *Colombian Conference on Computing*. Springer, pp. 237-251. doi: 10.1007/978-3-319-98998-3_19.
- Caicedo Ortiz, J. G. *et al.* (2018) «Monitoring system for agronomic variables based in WSN technology on

- cassava crops», *Computers and Electronics in Agriculture*. Elsevier, 145(January), pp. 275-281. doi: 10.1016/j.compag.2018.01.004.
- Cao-hoang, T. y Nguyen Duy, C. (2017) «Seventh International Conference on Information Science and Technology», en *Environment Monitoring System for Agricultural Application Based on Wireless Sensor Network*. Da Nang, Vietnam: IEEE.
- Cirani, S. y Ferrari, G. (2019) *Internet of Things. Architectures, Protocols and Standards*, John Wiley & Sons Ltd. Hoboken, USA.
- Fraga Castro, A. (2015) *Simulador COOJA para WSN basado en el sistema operativo Contiki*. Editado por C. M. García Algora. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Guerrero Ibañez, J. A. et al. (2017) «SGreenH-IoT: Plataforma IoT para Agricultura de Precisión .», *Sistemas, Cibernética e Informática*. México, 14, pp. 53-58.
- Hernández Rojas, L., Mazon Olivo, E. y Campoverde Marca, M. (2015) «Cloud Computing para el Internet de las Cosas. Caso de estudio orientado a la Agricultura de Precisión.», en *Memoria de Artículos del Primer Congreso de Ciencia y Tecnología UTMACH 2015*. Machala, Ecuador: Primer Congreso de Ciencia y Tecnología UTMACH 2015., pp. 48-49.
- Katsikeas, S. et al. (2017) «2017 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)», en *Lightweight & Secure Industrial IoT Communications via the MQ Telemetry Transport Protocol*. IEEE.
- Liñan, A., Bagula, A. y Pietrosemoli, E. (2016) *Internet of Things in 5 days*, Creative Commons.
- Mat, I. et al. (2017) «IoT in Precision Agriculture applications using Wireless Moisture Sensor Network», *ICOS 2016 - 2016 IEEE Conference on Open Systems*. Kuala Lumpur, MALAYSIA, pp. 24-29. doi: 10.1109/ICOS.2016.7881983.
- Prakash Jayaraman, P. et al.(2016) «Internet of Things Platform for Smart Farming: Experiences and Lessons Learnt», *Sensors*. Editado por S. X. Yang. Melbourne, Australia: MDPI, pp. 4-5. doi: 10.3390/s16111884.
- Quiñones Cuenca, M. et al. (2017) «Sistema De Monitoreo de Variables Medioambientales Usando Una Red de Sensores Inalámbricos y Plataformas De Internet De Las Cosas», *Enfoque UTE*. Loja, Ecuador, pp. 329-343. Disponible en: <http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/>.
- Raspberry Pi Foundation (2016) *Raspberry Pi Hardware - Raspberry Pi Documentation*. Disponible en:

<https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/README.md>.

Raspbian (2019) *Raspbian OS*. Disponible en: www.raspbian.org.

ThingsBoard (2019) *ThingsBoard IoT Open Source Platform*. Disponible en: <https://thingsboard.io/>
(Accedido: 1 de enero de 2019).

Tommaso De Paolis, L., De Luca, V. y Paiano, R. (2018) «Sensor data collection and analytics with ThingsBoard and Spark Streaming», *2018 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems (EESMS)*. Lecce,, Italy: IEEE, pp. 1-6.