



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA.**

**PROCESO DE TITULACIÓN:
DICIEMBRE 2021 – ABRIL 2022**

**EXAMEN COMPLEXIVO DE GRADO O DE FIN DE CARRERA
PRUEBA PRÁCTICA**

**PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE:
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN.**

**TEMA:
ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN MÓVIL PARA EL
CONTROL Y MONITOREO DEL INVERNADERO EN LA FACIAG DE LA UTB,
AÑO 2022**

**ESTUDIANTE:
CHRISTIAN VINICIO YANCHA GARCIA**

**TUTOR:
ING. NELLY KARINA ESPARZA CRUZ, MIE**

AÑO 2022

RESUMEN

El IoT permite la interconexión de dispositivos eléctricos y electrónicos a una red de Internet, los mismos que se comunican para brindar un mejor estilo de vida a quienes lo usan, observando desde un punto de vista técnico, es un conjunto de sensores que envían señales a dispositivos conectados a redes fijas e inalámbricas. Actualmente el Internet de las Cosas se ha hecho muy popular en el tema de la agricultura, por esta razón se planteó realizar un sistema automatizado utilizando el módulo ESP32 con tecnología LoRa y un sensor BME280 que permita la toma de los parámetros ambientales y la recolección de sus respectivos datos, también se desarrolló una aplicación móvil desde la cual se puede visualizar los parámetros ambientales por medio de una conexión a internet.

Palabras clave: IoT, arduino, sensores, aplicación, LoRa, invernadero, esp32

SUMMARY

The IoT allows the interconnection of electrical and electronic devices to an Internet network, the same ones that communicate to provide a better lifestyle to those who use it, observing from a technical point of view, it is a set of sensors that send signals to devices connected to fixed and wireless networks. Currently the Internet of Things has become very popular in the field of agriculture, for this reason it was proposed to make an automated system using the ESP32 module with LoRa technology and a BME280 sensor that allows the taking of environmental parameters and the collection of their respective data, a mobile application was also developed from which you can visualize the environmental parameters through an internet connection.

Keywords: IoT, arduino, sensors, application, LoRa, greenhouse, esp32

Contenido

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
JUSTIFICACIÓN	3
OBJETIVOS	4
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	5
MARCO CONCEPTUAL	6
MARCO METODOLÓGICO.....	14
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	17
CONCLUSIONES	19
RECOMENDACIONES	20
REFERENCIAS.....	21
ANEXOS	23

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La revolución tecnológica a nivel mundial avanza cada día más rápido y con ello trae avances tecnológicos en diferentes áreas, lo cual ayuda a mejorar y evolucionar diversos factores como la medicina, agricultura, educación, etc. Así mismo la automatización de tareas que anteriormente se realizaban de forma manual y por operadores humanos también avanza muy rápido, ya que con la tecnología de hoy en día se puede permitir automatizar dichos procesos.

La automatización se origina en la prehistoria, cuando se desarrollaba simples máquinas que permitían a los humanos minimizar el esfuerzo, anteriormente la automatización se usaba en mecanismos de relojería, por esta razón se los llamo autómatas, ya en la actualidad la informática, robótica y domótica han causado que el incremento de la automatización aumente, un claro ejemplo es el sector industrial, en este sector utilizan máquinas y robótica para agilizar los procesos.

A pesar de las dificultades que supone implementar la automatización, la mayoría de las grandes empresas de Latinoamérica están apostando por la transformación digital y sus ventajas que a su vez esto conlleva.

La transformación tecnológica está permeando a las compañías de Latinoamérica en distintos niveles y en diversas industrias. Al realizar este estudio, descubrimos que la adopción de este tipo de iniciativas en la región va más allá de la eficiencia, ya que el 60% de los directivos ven la automatización como una oportunidad de brindar una experiencia de calidad a cada cliente. (Plata, 2019)

Como se menciona anteriormente las empresas latinoamericanas están adoptando la tecnología de la automatización en diferentes niveles y en diferentes industrias, esto con el fin de brindar una mejor experiencia a los clientes.

En Ecuador varias empresas se han dado cuenta de que el uso de la automatización inteligente tiene el potencial de transformar sus modelos de negocio, obteniendo muchos beneficios y ahorros de capital para la empresa

El presente estudio de caso se refiere al análisis de la implementación de una aplicación móvil para controlar y monitorear el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

En la actualidad en el invernadero se realiza la toma de temperatura manualmente una vez al día, solo en días laborales, esta forma supone un problema ya que causa pérdida de información, teniendo en cuenta también que en fines de semana y feriados no se realiza la toma de temperatura por lo tanto no existen valores de dichos días.

Automatizar el invernadero permite el almacenamiento de los valores ambientales de forma periódica y automática lo cual asegura que la información no se pierda y sea exacta, por este motivo se planteó realizar este estudio de caso con el fin de resolver el problema que se menciona anteriormente.

JUSTIFICACIÓN

La problemática del estudio de caso surgió porque la toma de los parámetros ambientales se realizaba de forma manual y esto provocaba pérdida de información, además este proceso evitaba realizar periódicamente la toma de estos datos ya que solo se realizaban de lunes a viernes, se excluían sábados, domingos y días de feriado.

La importancia que tiene este estudio de caso es que ayuda a medir, tomar y almacenar los distintos parámetros ambientales del invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias que se generan mediante el uso de sensores y la aplicación móvil.

Mediante este estudio de caso se resolvió el problema mencionado anteriormente que era la pérdida de información y también que no se tomaba periódicamente los parámetros ambientales por que se excluían fines de semana y días feriados.

Los beneficios sociales que trae consigo este estudio de caso es aumentar la productividad mediante el uso de la tecnología, obtener información exacta mediante del uso de sensores y además también tiene la ventaja de ampliar la automatización a distintos lugares permitiendo así combinar y hacer funcionar todo de cómo un solo sistema manera automática y que los datos que se obtengan se almacenen de forma segura para así poder mantener la integridad de la información.

OBJETIVOS

Objetivo General:

- Analizar el impacto de la implementación de una aplicación móvil para el control de los parámetros ambientales en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

Objetivos específicos:

- Identificar los diversos parámetros ambientales a tener en cuenta para realizar el análisis.
- Seleccionar los sensores adecuados para realizar las tomas de los parámetros ambientales.
- Diseñar el prototipo de la aplicación móvil para obtener y administrar los datos de los sensores de humedad, presión y temperatura.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La línea de investigación que se utilizó para la elaboración del estudio de caso fue la línea de Sistemas de información y comunicación, emprendimiento e innovación, que también va de la mano con la sublínea de Redes y tecnologías inteligentes de software y hardware.

Ambas tienen relación con el estudio de caso porque tratan del área de la tecnología, sobre cómo se puede obtener información y almacenarla para que así se mantenga íntegra y segura, los dispositivos usados son sensores que entran en el apartado de hardware y estos dispositivos son los que ayudan a obtener los datos de las tomas de los parámetros ambientales del invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, en el apartado del software se encuentra la aplicación móvil con la que se controla y gestiona los datos.

MARCO CONCEPTUAL

En la actualidad los procesos de recopilación de información han avanzado a pasos agigantados con el avance tecnológico, muchos procesos que en el pasado se realizaban de forma manual ahora se han automatizado.

En este caso el proceso de recolección de información del invernadero situado en la Facultad de Ciencias Agropecuarias, se realiza de forma manual, haciendo la recolección de esta manera existe el riesgo de que los datos no sean recolectados correctamente, recordemos que los humanos tenemos la tendencia a cometer errores, por esta razón al automatizar este proceso se puede guardar los datos obtenidos en una base de datos y así conservar dicha información.

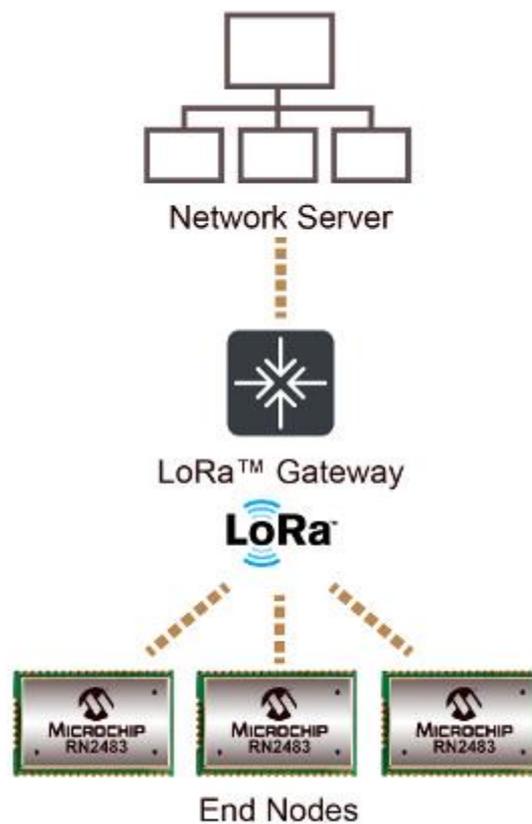
Otro inconveniente al momento de recolectar la información es que solo se lo hace de lunes a viernes, por lo que sábados domingos y días de feriado no se hace ninguna recolección de los datos, pero con la automatización de estos procesos se puede realizar porque está conectado a internet y se puede realizar mediante una aplicación conectada a una base de datos que almacena todos los datos obtenidos.

Para la creación del software que controle los parámetros ambientales del invernadero se utilizó la tecnología de red LoRa y el módulo ESP32 con el sensor BME280.

LoRa es una tecnología de modulación del tipo spread spectrum (amplio espectro). Esto le permite tolerar ruido, caminos múltiples de señal y el efecto Doppler, mientras mantiene muy bajo el consumo de energía. El costo de lograr esto es el ancho de banda, que es muy bajo comparado con otras tecnologías inalámbricas. (Hernandez, 2019)

LoRa es un protocolo que permite conectar sensores y otro tipo de dispositivos a una red de internet, la tecnología de red LoRa es perfecta para conexiones de largas distancias en redes de IoT (Internet of Things) que se necesiten sensores de bajo consumo energético que no ocupen corriente eléctrica de la red.

Figura 1



Nota: Topología de red con tecnología LoRa. Tomada de (Rodríguez, 2016)

Una de las ventajas de LoRa es su utilidad ya que puede ser usada en una gran variedad de aplicaciones, es de mucha utilidad para lugares donde se requiera extraer y enviar información, o tomar el control remoto de alguna cosa, entre sus aplicaciones se puede destacar:

- Internet de las Cosas (IoT)
- Agricultura inteligente
- Ciudad inteligente
- Redes de sensores.

Un sensor también conocido como entrada o en inglés input, es un dispositivo capaz de recibir acciones externas y reaccionar en consecuencia. En pocas palabras nos permite recopilar información del entorno físico por el que estamos rodeados. Los sensores miden

magnitudes físicas y las convierten en señales eléctricas que el microcontrolador puede entender.

Existen varias definiciones de lo que es un sensor, según (Teja, 2021) es: “un dispositivo de entrada que proporciona una salida (señal) con respecto a una cantidad física específica (entrada)”.

Los sensores se pueden clasificar según los datos de salida digital o analógica y se utilizan para desarrollar sistemas robóticos, interfaces físicas, entre otros.

El módulo ESP32 es una serie de Sistema en Chip y módulos de bajo consumo y bajo costo producido por Espressif System.

Es una solución de Wi-Fi/Bluetooth todo en uno, integrada y certificada que proporciona no solo la radio inalámbrica, sino también un procesador integrado con interfaces para conectarse con varios periféricos. El procesador en realidad tiene dos núcleos de procesamiento cuyas frecuencias operativas pueden controlarse independientemente entre 80 megahercios (MHz) y 240 MHz. (Benigno, 2020)

Figura 2



Nota: Módulo ESP32. Tomada de (Benigno, 2020)

El sensor BME280 integra sensores de presión barométrica temperatura y humedad relativa en un solo dispositivo con alta precisión bajo consumo de energía y tamaño ultra

compacto. Basado en la tecnología de presurización BOSCH con alta resistencia EMC alta precisión y linealidad, así como estabilidad a largo plazo. Se conecta directamente al microcontrolador a través de I2C o SPI, el desarrollo de este sensor está enfocado específicamente para aplicaciones móviles y dispositivos portables, ya que su tamaño y bajo consumo ayudan a que sea un diseño clave.

La temperatura mide que tan caliente o frío esta algo, es una medida de la energía cinética, los términos calor o frío no son términos científicos, para determinar realmente que tan caliente o frío esta algo, se necesita usar la temperatura, y esta a su vez usa las unidades de temperatura.

“El kelvin es la unidad de temperatura del Sistema Internacional. Es una de las siete unidades básicas de temperatura. Su símbolo en el sistema internacional de unidades es K” (Planas, 2017a).

El grado Celsius (en símbolo en °C), es la unidad de una escala de medición de temperatura, lleva el nombre del astrónomo sueco Anders Celsius (1701 – 1744), quien lo propuso por primera vez en 1742. La escala Celsius es una escala para indicar la temperatura en la que los intervalos de temperatura son grados Celsius. (Planas, 2018)

El grado Fahrenheit (°F) es una unidad de temperatura propuesta por Gabriel Fahrenheit el 1724. El grado Fahrenheit no es una unidad del Sistema Internacional de Unidades. ¿Qué es un grado Fahrenheit?

En la escala Fahrenheit, las temperaturas de cambio de estado del agua son las siguientes:

- Punto de fusión del agua es de 32 grados F.
- Punto de ebullición del agua es de 212 grados F. (Planas, 2017b)

La humedad en el ambiente se refiere a la presencia de vapores en el aire. La mayoría de veces se piensa en la atmosfera como una masa de aire, lo cierto es que el vapor de agua juega un papel muy importante en su composición, incluso en las regiones áridas. Por otro lado, cuando se habla de la comodidad humana lo primero que venga a la mente es la temperatura del aire. Aunque este parámetro también importante, la humedad ambiental influye de manera decisivamente en la comodidad humana, según (S&P, 2018) afirmo lo siguiente:

La humedad presente en el aire tiene una influencia importante en nuestra vida cotidiana de ahí que sea un concepto muy tenido en cuenta pues afecta a nuestra salud, nuestro confort y también a multitud de objetos, materias, agricultura y procesos de producción.

La presión atmosférica, que también se conoce como presión barométrica, es la que hace que el peso de la masa de aire actúe sobre la tierra, Este valor será mayor o menor, según la altitud a la que nos encontremos, para el punto más bajo considerado, normalmente el nivel del mar, pero también afectado por ciertos efectos atmosféricos generados por la circulación de corrientes de aire frío o caliente.

Según (Paredes, 2018) afirma que: “Se conoce como Presión Atmosférica a aquella presión que ejerce el aire en cualquier punto de la atmósfera terrestre, variando esta presión con la altura”.

La presión atmosférica, que también se conoce como presión barométrica, es la que hace que el peso de la masa de aire actúe sobre la tierra, Este valor será mayor o menor, según la altitud a la que nos encontremos, para el punto más bajo considerado, normalmente el nivel del mar, pero también afectado por ciertos efectos atmosféricos generados por la circulación de corrientes de aire frío o caliente.

La presión atmosférica se mide en pascales (Pa) o más precisamente hectopascales (hPa) que equivale a 100 pascales o 1 miliar una medida utilizada en el pasado. Para medirlo

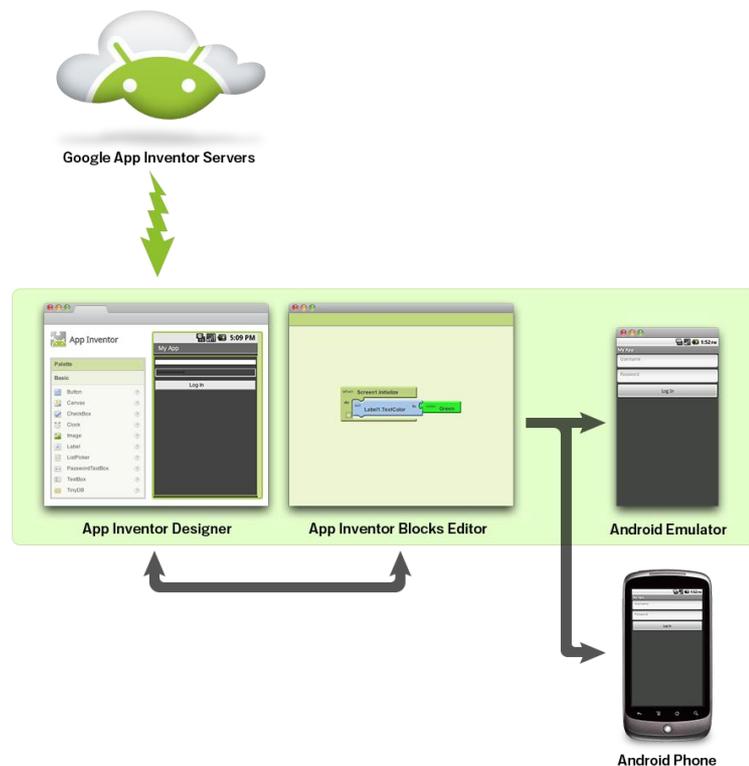
usamos un instrumento llamado barómetro. Los primeros dispositivos datan de 1 y los experimentos de Evangelista Torricelli quien desarrolló el barómetro de mercurio.

Según (Llorente, 2020) afirma que: “La presión atmosférica disminuye con la altitud, debido a que cuanto más alto está un punto sobre el nivel del mar menos capa de aire tiene por encima”.

App inventor es un entorno de programación que hace que sea muy fácil crear aplicaciones móviles accesibles para todos incluso los niños, fue creada en conjunto con el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT) y Google Educación, fue lanzado en el año 2010.

Alguna de las ventajas que tiene App inventor es que es una herramienta gratuita, permite crear aplicaciones desde cualquier navegador web, solo se necesita una conexión a internet para poder ingresar a su página web para poder empezar crear.

Figura 3



Nota: App inventor. Tomada de (What is App Inventor?)

App Inventor es un entorno de desarrollo para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo Android. El usuario puede, de forma visual y a partir de un conjunto de herramientas básicas, ir enlazando una serie de bloques para crear la aplicación. El sistema es gratuito y se puede utilizar fácilmente desde la web del MIT. Las aplicaciones creadas con App están limitadas por su simplicidad, aunque permite crear un gran número de necesidades básicas en un dispositivo móvil. (Fernández, 2019)

HTML es un markup language, lo que significa que está escrito con códigos que puede leer una persona sin que sea necesario compilarlo primero. En otras palabras, el texto en una página web está «marcado» con estos códigos para dar instrucciones al navegador web sobre cómo mostrar el texto. Estas etiquetas de marcado son las propias etiquetas HTML. (Idevik, 2021)

HTML es un lenguaje utilizado en las computadoras su finalidad es el desarrollo de páginas web, los cuáles son los elementos que la integrarán la orientación de cuál será la estructura y también el contenido su contenido a grandes rasgos esta es su definición; Gracias a HTML se especifican los textos e imágenes pertenecientes a cada página de Internet.

JavaScript es un lenguaje de programación basado en texto que se usa tanto en el lado del cliente como en el lado del servidor y que le permite hacer que las páginas web sean interactivas. Mientras que HTML y CSS son lenguajes que dan estructura y estilo a las páginas web, JavaScript proporciona a las páginas web elementos interactivos que atraen al usuario. Los ejemplos comunes de JavaScript que puede usar todos los días incluyen el cuadro de búsqueda en Amazon, un video de resumen de noticias incrustado en The New York Times o actualizar su cuenta de Twitter. (Hack Reactor, 2021)

JavaScript permite a las páginas webs ser dinámicas, también muestra actualizaciones de contenido oportunas, mapas interactivos, animaciones 2D/ Gráficos 3D, reproducción de video con desplazamiento, etc.

Firebase es un Backend-as-a-Service (BaaS) (back-end como servicio) que forma parte de la Google Cloud Platform. Uno de los servicios más populares de Firebase es Realtime Database, que utiliza WebSocket para sincronizar los datos. Firebase ofrece también servicio para almacenamiento de archivos, autenticación (social media y correo electrónico/contraseña de autenticación), alojamiento además de otras opciones. (Roldán, 2020)

MARCO METODOLÓGICO

La metodología de investigación que se utilizó para realizar este estudio de caso fue la metodología experimental, según (García-Argüelles et al., 2018):

El método experimental es un método científico para comprobar la veracidad de enunciados hipotéticos con ayuda del experimento. El método experimental contribuye a perfeccionar los conocimientos de los estudiantes sobre la aplicación de métodos científicos, formar convicciones, desarrollar su independencia cognoscitiva, capacidades creadoras, elevar la calidad de sus conocimientos, formarlos y educarlos con un carácter politécnico.

También se utilizó para realizar este estudio de caso es la metodología descriptiva, esta metodología se enfoca principalmente en realizar un estudio detallado sobre un tema de estudio, entre las cuales destaca sus características y configuraciones.

La investigación descriptiva es un tipo de investigación que se encarga de describir la población, situación o fenómeno alrededor del cual se centra su estudio. Procura brindar información acerca del qué, cómo, cuándo y dónde, relativo al problema de investigación, sin darle prioridad a responder al “por qué” ocurre dicho problema. Como dice su propio nombre, esta forma de investigar “describe”, no explica. (Jervis, 2020)

El tipo de enfoque utilizado para la elaboración de este estudio de caso fue el enfoque mixto, ya que tiene características que se adaptan a la metodología de investigación mencionada anteriormente. Según (Salas Ocampo, 2019) “El enfoque mixto no es simplemente una mezcla en la cual las características particulares de cada enfoque se borran o se vuelven relativas. La riqueza de la investigación mixta consiste en aprovechar las bondades y fortalezas de cada enfoque”, el enfoque mixto combina tanto la investigación cuantitativa, como la

investigación cualitativa permitiendo así usar características y cualidades que resultan muy valiosas a la hora de realizar una investigación.

Las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de los datos necesarios para la elaboración de este estudio de caso fueron la entrevista como técnica de recolección de datos y el cuestionario de entrevista como instrumento, también se hizo uso de la observación como técnica recolección de datos y la guía de observación como instrumento.

RESULTADOS

Tras el desarrollo del estudio de caso utilizando la metodología exploratoria se logró determinar mediante la entrevista realizada al personal encargado del invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias que las tomas de los parámetros ambientales se realizan solo de lunes a viernes, y que en los días de fin de semana y feriado no se realiza el proceso de tomar la medida de los parámetros ambientales.

También se logró seleccionar los sensores adecuados para medir los parámetros ambientales, los cuales fueron el módulo ESP32 que por sus características fue el ideal para la toma de los parámetros ambientales, y el sensor BME280 que incluye los sensores de temperatura, humedad y presión atmosférica en un solo modulo.

Los valores tomados a través del uso de los sensores son almacenados en la nube y pueden ser observados en cualquier momento desde una aplicación desarrollada para el proyecto.

Figura 4.



Nota: captura de pantalla de la aplicación. Fuente: el autor

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a la información obtenida, se logró determinar la importancia por la que se debe tomar los parámetros ambientales, también mediante el uso de la tecnología LoRa que según (Hernández, 2019) es una tecnología de amplio espectro, la tecnología de amplio espectro o también conocida como spread spectrum en inglés, que originalmente fue desarrollado con fines militares, sirve para garantizar una comunicación segura mediante la transmisión de señales en ancha.

El módulo ESP32 tiene características importantes que ayudan a la conectividad y salida a internet de los sensores utilizados, mediante la tecnología LoRa. Mediante los datos obtenidos de los sensores utilizados, se pueden ejecutar acciones como apagar o encender la bomba para el riego del invernadero. En el prototipo de la aplicación podemos visualizar la hora, el último paquete recibido, la temperatura, presión y humedad en tiempo real.

A través de sensores de temperatura, humedad, y presión atmosférica, utilizando el módulo ESP32 envía la señal a través de IoT utilizando la tecnología LoRa a una base de datos en la nube y dependiendo de los mismos el sistema ejecuta acciones relacionadas al riego automático, extracción de aire caliente lo que conlleva a disminuir temperatura y aumentar humedad del invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

La aplicación fue desarrollada en MIT App Inventor, este es un software online para la creación de aplicaciones para dispositivos móviles Android e IOS, suele ser muy usada debido a su fácil aprendizaje ya que su sistema de programación se basa en unir bloques como si de un juego se tratase.

Los datos recibidos por parte de la aplicación se alojan en Firebase, esta es una Base de Datos en la nube en tiempo real, se utilizó esta Base de Datos porque mejora y mejora el rendimiento de la aplicación donde sea utilizada donde esta sea utilizada.

CONCLUSIONES

- Durante esta investigación se constató que en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias no cuenta con un sistema automatizado para la recolección de los diversos parámetros ambientales, también se pudo observar que esta tarea se realizaba de forma manual y a su vez ocasionaba pérdida de información.
- El sistema automatizado mejora el proceso de recolección de datos y los almacena de forma segura en una base de datos, lo cual permite un fácil acceso a la información y también mantiene la información íntegra y segura.
- Se desarrolló una aplicación móvil mediante app inventor la cual permite visualizar los valores obtenidos en la pantalla del dispositivo móvil.
- En conclusión, el desarrollo de este proyecto ayudó a la optimización del tiempo de las personas que se encargaban de la recolección de las tomas de los parámetros ambientales.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda una buena ubicación de los módulos ESP32, ya que, si llegara a existir alguna obstrucción en el camino, ya sea por árboles o estructuras, la señal se debilitaría y es posible que no llegue al módulo ESP32 receptor, y este al no recibir ninguna señal no podría subir información a la base de datos en la nube.
- Agregar más funciones a la aplicación móvil para llevar a cabo otras actividades para agregar más dinamismo a la aplicación.
- El módulo receptor ESP32 debe siempre debe mantenerse conectado a internet ya que este es el encargado de dar salida hacia el servidor alojado en internet y también permite hacer que los valores sean visibles en la aplicación.
- Al ser LoRa una tecnología de bajo consumo de energía, no se recomienda tratar de enviar cantidades de datos muy pesadas ya que no podrían llegar a su destinatario, debido a que estas requieren de más energía.

REFERENCIAS

- Benigno, J. (2020, enero 21). *Cómo seleccionar y usar el módulo ESP32 con Wi-Fi/Bluetooth adecuado para una aplicación de IoT industrial*. Digi-Key Electronics. <https://www.digikey.com/es/articles/how-to-select-and-use-the-right-esp32-wi-fi-bluetooth-module>
- Fernández, R. (2019). *PROGRAMACIÓN DE APLICACIONES ANDROID CON APP INVENTOR 2*. Raúl Fernández.
- García-Argüelles, L. Á., López-Medina, F. L., Moreno-Toiran, G., & Ortigosa-Garcell, C. (2018). El método experimental profesional en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química General para los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica. *Revista Cubana de Química*, 30(2), 328-345.
- Hack Reactor. (2021, agosto 16). *What is JavaScript used for?* <https://www.hackreactor.com/blog/what-is-javascript-used-for>
- Hernandez, R. (2019, septiembre 12). *¿Qué es la tecnología LoRa y por qué es importante para IoT?* The Things Network. <https://www.thethingsnetwork.org/community/santa-rosa/post/que-es-la-tecnologia-lora-y-por-que-es-importante-para-iot>
- Idevik, X. (2021). *¿Qué es una etiqueta HTML y cuáles son las más importantes? Thinking for Innovation*. <https://www.iebschool.com/blog/que-es-etiqueta-html-analitica-usabilidad/>
- Jervis, T. M. (2020, agosto 27). Investigación descriptiva: Características, técnicas, ejemplos. *Lifeder*. <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>
- Llorente, F. (2020, noviembre 10). *¿Con qué instrumento se mide la presión del aire?* Tiempo.com | Meteored. <https://www.tiempo.com/noticias/ciencia/barometro-y-barografo-para-medir-la-presion-del-aire.html>
- Paredes, G. C. (2018). *Quito, ciudad de altura*. 2, 9.
- Planas, O. (2017a, agosto 28). *Kelvin, unidad de temperatura del Sistema Internacional*. Energía Solar. <https://solar-energia.net/termodinamica/propiedades-termodinamicas/temperatura/kelvin>
- Planas, O. (2017b, noviembre 7). *¿Qué es un grado Fahrenheit? Unidad de temperatura*. Energía Solar. <https://solar-energia.net/termodinamica/propiedades-termodinamicas/temperatura/fahrenheit>
- Planas, O. (2018, octubre 25). *Grados Celsius—Características, escala y fórmulas*. Energía Solar. <https://solar-energia.net/termodinamica/propiedades-termodinamicas/temperatura/grado-celsius>

Plata, S. (2019, octubre 16). Estudio sobre la automatización en los negocios de América Latina. *CIO MX*. <https://cio.com.mx/estudio-sobre-la-automatizacion-en-los-negocios-de-america-latina/>

Rodriguez, A. (2016, mayo 18). *Tecnología LoRa para sistemas IoT - comunicacionesinalambricashoy.com*. comunicacionesinalambricashoy. <https://www.comunicacionesinalambricashoy.com/tecnologia-lora-sistemas-iot/>

Roldán, C. S. (2020). *Ejercicios prácticos con React*. Marcombo.

Salas Ocampo, D. (2019, junio 4). El enfoque mixto de investigación: Algunas características. *Investigalia*. <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-mixto-de-investigacion/>

S&P. (2018, abril 9). Humedad relativa, específica y absoluta [Carta Psicométrica] | S&P. *S&P Sistemas de Ventilación*. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/humedad-relativa-especifica-absoluta/>

Teja, R. (2021, abril 2). What is a Sensor? Different Types of Sensors, Applications. *Electronics Hub*. <https://www.electronicshub.org/different-types-sensors/>

What is App Inventor? (s. f.). Recuperado 14 de marzo de 2022, de <https://appinventor.mit.edu/explore/content/what-app-inventor.html>

ANEXOS

Guía de Observación.

Nombre de la Institución	Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Nombre del Observador	Christian Vinicio Yancha García.

Objetivo: Observar el invernadero para analizar la utilidad de implementar una aplicación móvil para controlar los parámetros ambientales.

#	Aspectos a Evaluar.	Si	No	Talvez	Observaciones
1	El invernadero cuenta con algún sistema automatizado.		X		
2	El invernadero cuenta con herramientas tecnológicas que faciliten algunos procesos que se realicen.			X	
3	El invernadero cuenta con un sistema para la toma de los parámetros ambientales.	X			Per se hace manualmente
4	El invernadero cuenta con una conexión a internet.	X			
5	El invernadero cuenta con algún sistema para guardar datos.			X	Se hace de forma manual

Entrevista

Entrevista realizada al encargado de Invernadero de Facultad de Ciencias
Agropecuarias la Universidad Técnica de Babahoyo.

Orden	Preguntas	Datos relevantes encontrados
1	¿Conoce usted sobre el IoT?	No tengo mucho conocimiento sobre ese tema
2	¿Considera usted que se deban realizar mejoras en el invernadero?	Sería bueno mejorar algunas cosas
3	¿Cuál es su criterio acerca del uso de la tecnología en invernadero?	puede ayudarnos a facilitar algunos procesos
4	¿Cómo realizan las tomas de los parámetros ambientales?	Se hace manualmente

5	¿Con que frecuencia realiza las tomas de los parámetros ambientales en el invernadero?	Se hace de lunes a viernes, y en feriados ni sabados y domingos no se toma los parametros.
6	¿Ha existido algún tipo de inconvenientes al momento de tomar los parámetros ambientales?	A veces se pierde información
7	¿Le gustaría que la toma de parámetros ambientales se realice de forma automática a través de internet?	Sería muy bueno ya que eso nos ahorraría mucho tiempo.

Fuente: Entrevista realizada al encargado del Invernadero de FACIAG

Elaborado por: Christian Yanca García