



Sistema de monitoreo de nivel de agua potable para el consumo en edificios de departamentos habitacionales

Potable water level monitoring system for consumption in residential buildings.

Hugo Amílcar León-Bonilla¹, Isaí Pacheco-Tejeda^{1*}, Lizbeth Angelica Castañeda-Escobar¹

¹Tecnológico Nacional de México/ ITS de Xalapa, Av. Del Tecnológico S/N, colonia Santa Bárbara, ciudad de Xalapa, Veracruz., C.P. 91096, Xalapa, Veracruz

*Autor de correspondencia: isai.pt@xalapa.tecnm.mx

Recibido 25 de julio 2023; recibido en forma revisada 12 de agosto 2023; aceptado 30 de octubre 2023

RESUMEN

El agua es un recurso indispensable para la vida humana tanto para consumo como para el uso en limpieza y algunas otras actividades. Como es sabido, este recurso se está agotando ya que los niveles de esta han ido disminuyendo a nivel mundial por diferentes factores; como el mal uso, el crecimiento de la población y la contaminación. El caso de interés radica en los edificios donde el número de personas viviendo es numeroso, y en el cual no se tiene suficiente conocimiento del nivel de agua disponible para casos particulares ya sea por un difícil acceso a las zonas donde se encuentra el tinaco o porque no se cuenta con el tiempo suficiente para la revisión. Como una posible solución para que la falta de agua no sea un problema y que se pueda conocer los niveles de agua con los que se cuenta, el presente proyecto tiene la intención que las personas de los edificios de

departamentos habitacionales puedan conocer la cantidad agua disponible de manera individual o bien para todo el edificio y los niveles de consumo para evitar la falta del recurso, todo esto mediante una aplicación que monitoreara el nivel de agua del tinaco y está informando a la población que tan factible es el aprovechamiento de agua en determinado momento.

Palabras Clave: monitoreo remoto, sensores, aplicación, cuidado del agua, Firebase.

ABSTRACT

The interest matter lies in buildings where there are many people and which them there is not sufficient knowledge of the level of water available for use of each apartment, either due to difficult access to the areas where the water tank is located or because there is not enough time for the review. This project its present as a one possible solution. Its proposes that people, in residential apartment buildings, access to know, of remote manner, the amount of water available for the use of each apartment or for the entire building, and the consumption levels to avoid the absence of the resource, it's through an app that will monitor the water level of the tank and it is informing the population what like feasible is the use of water is in a certain moment.

Keywords: remote monitoring, sensors, app, water care, Firebase.

INTRODUCCIÓN

El mal uso y la explotación del agua han hecho que comience los escasos de esta en muchas partes del mundo. Castro, Rajadel (2021).

Dentro de los edificios de departamentos habitacionales se detectó el problema de no visualización del nivel del líquido para uso doméstico y esto debido al difícil acceso al área de almacenamiento. Cabrera et al. (2007).

Para dar una posible solución al problema del mal uso del recurso, así como poder conocer la cantidad de agua disponible, se realizó una aplicación mediante la cual se estará monitoreando de forma remota el nivel de agua al tiempo que se determinará la existencia, o no, de flujo de agua para el llenado del tinaco, todo esto con el uso de dos sensores los cuales estarán enviando información en tiempo real con los datos obtenidos.

Ya existen productos similares en el mercado, tales como: indicador medidor de nivel de agua de tinaco (nombre genérico) y Smart TLC2206. El primero es el más común, Mercado libre (2023), consta de varios alambres conductores con un alambre común

para cerrar circuito aprovechando la conductividad del líquido. El segundo (Amazon, 2023), de la marca EPTTECH, ya cuenta con un sensor que emite ondas que rebotan y así calcular la distancia hasta el líquido, además cuenta con una aplicación para consulta remota. Este es semejante a la propuesta por toda la comodidad que ofrece, pero además se propone un sensor de flujo que nos permitirá ofrecer distintos tipos de notificaciones.

METODOLOGÍA

El proyecto comienza identificando la necesidad de monitorear el nivel de agua que se tiene almacenada en el tinaco, cisterna o cualquier depósito para consumo doméstico, principalmente en edificios donde el acceso a la revisión en sitio es complicado. Dicha necesidad se incrementa en lugares donde el suministro del agua potable no es constante o donde existen tandeos, como el caso de la ciudad de Xalapa Salazar (2023), pues el conocimiento del nivel de agua almacenada apoya para la mejor administración de las actividades cotidianas que necesitan del recurso.

El proyecto se basa en un estudio cuantitativo: recolección y análisis de datos numéricos para obtener datos y conclusiones. Los datos con los que se realizó el estudio fueron obtenidos por los sensores de nivel y de flujo. En la etapa de prueba, el sensor de nivel ofrece una señal analógica que se puede interpretar en un rango de medida de 0 a 100 cm para observar el llenado de agua del tinaco con lo que 0 significa que el tinaco está lleno y 100 que está vacío. Por su parte, el sensor de flujo ofrece una señal booleana, indicando la presencia o ausencia de flujo de agua hacia el interior del depósito. La información de ambos dispositivos es capturada por un microcontrolador y enviada de forma periódica a una base de datos en la nube. Por último, la aplicación es la que recibe los datos para mostrar al usuario.

La selección de los sensores, para medir el nivel de agua y flujo en la tubería de llenado del tanque, se hizo de manera subjetiva considerando solamente el ámbito económico (esto debido a que por ahora sólo interesa el monitoreo de información, almacenamiento en la nube y presentación al usuario; la precisión y exactitud de los sensores por

ahora no es importante puesto que en la etapa de implementación se realizará el análisis de los sensores) siendo seleccionado un sensor ultrasónico Hc-sr04, rango de medición de 2cm a 400cm, precisión de ± 3 mm, alimentación 5Vcc, 15mA (Amazon, 2023); para medir el nivel de agua dentro del tinaco y un sensor de flujo modelo YF-S201 marca *TresD Print Tech*, con 1.75MPa como máxima presión de trabajo (Amazon, 2023) para determinar la existencia de flujo hacia el tinaco. Definidos los sensores que se iban a utilizar, se implementan las conexiones en la placa ESP32 la cual cuenta con un microprocesador de 32-bits Xtensa LX6, un Co-procesador de ultra baja energía (ULP), un módulo de Wifi 802.11 b/g/n, un módulo de Bluetooth v4.2 BR/EDR y BLE (Mercado libre, 2023), entre otros.

Primeramente, se llevaron a cabo las conexiones electrónicas, sensores – placa de control, de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes y según Brunete (2020) como se muestra en la Figura 1.

A continuación, se comenzó con la programación de la placa ESP32 desde el IDE de Arduino, en el cual

se programó la conexión con Wifi para poder conectar a la base de datos, en el cual se incluyó la opción de que el usuario pueda realizar el cambio de red en la placa cuando quiera de una manera sencilla desde su celular, se le agrego el programa del sensor ultrasónico y del sensor de flujo para obtener datos. La conexión entre la app y el ESP32 se llevó mediante Firebase, desde la placa se obtienen los valores de los sensores y se envían a la base de datos de donde la aplicación los toma para realizar las acciones programadas.

La etapa de adquisición de datos y almacenamiento es quizás la más compleja debido al necesario conocimiento de programación para dicha tarea. El desarrollo de aplicación, la cual se realizó en el programa de Android Studio, también refirió una tarea compleja por el mismo motivo: manejo del lenguaje de programación y aplicación al sistema. Se comenzó desarrollando la pantalla (*activity*, como se conoce en el ambiente de desarrollo Android Studio) de inicio de sesión en la cual se toman recursos de Firebase para determinar la existencia del usuario o en su defecto el registro del mismo. Seguido se

desarrolló la pantalla de registro de cuenta, la cual permite que se guarde en la base de datos la información necesaria para iniciar sesión (correo y contraseña). Posteriormente se programó la pantalla donde aparecen una animación de inicio de la *app* junto al nombre, y otra pantalla donde se muestran las ilustraciones del nivel de tinaco y existencia, o no, del flujo. Esta pantalla es de las más importantes pues es justo donde se realiza el vínculo con la tabla de información obtenida por los sensores, la conexión con Firebase permite visualizar en pantalla el nivel de agua en el depósito y el estado (booleano) del flujo, para esto se utilizaron dos variables llamadas Tinaco (con valores entre 0 y 100 para conocer el nivel del tinaco) y Flujo (con valores verdadero y falso para conocer si hay flujo o no). Ver Figura 3. Por último, desarrollamos la pantalla donde se muestran los valores obtenidos en la base de datos, los valores que aparecen en las columnas de la tabla son: Nivel (aparece el porcentaje de agua que contiene el tinaco), Flujo (aparece Si o No dependiendo si existe o no flujo de agua), Fecha

(fecha en la que se tomaron los datos) y Hora (hora exacta en la que se tomaron los datos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos hasta el momento (primera etapa del proyecto) se consideran de tipo cualitativo evaluados con una lista de cotejo determinando el cumplimiento o no de la actividad; dichos resultados los dividimos en tres partes y los consideramos satisfactorios (cumple cada parte): en un principio se consideró que los sensores emitieran valores analógicos, en el caso del sensor de nivel, y booleanos en el caso del sensor de flujo. Las conexiones se muestran en la Figura 1. Los valores existen y son recolectados por el microcontrolador que, a su vez, los envía en tiempo real a una base de datos donde son almacenados para su posterior consulta.

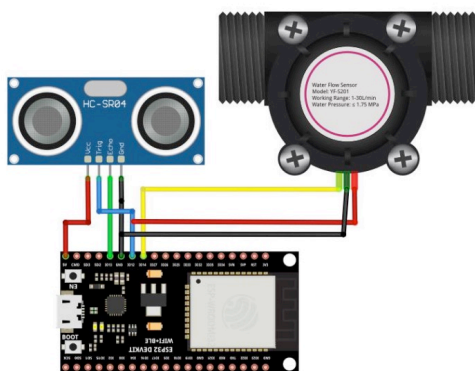


Figura 1. Conexión de sensores

Para esta parte se desarrolló una conexión con Firebase y se determinó exitoso el intercambio de datos. La base de datos en tiempo real que se utilizó fue un recurso de Firebase (Figura 2) con el cual se logró realizar la conexión entre el módulo y la aplicación teniendo esta base de datos de intermedio para el envío de datos, los datos obtenidos por los sensores son enviados por Wifi mediante el módulo ESP32 a la base de datos y la aplicación toma esta información para mostrarla al usuario de forma gráfica. Khawas, Shah (2018). Es posible revisar la actualización de la tabla de datos desde el portal de Firebase.

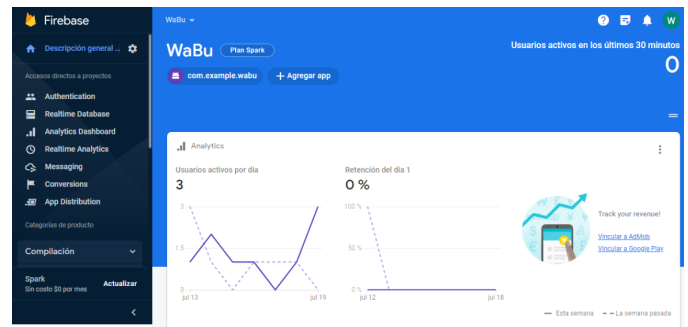


Figura 2. Pantalla de inicio de app en Firebase en la que aparece el análisis del uso que se le ha dado y los usuarios que han utilizado nuestra aplicación. Por último, se desarrolló una aplicación móvil que permitiera, primordialmente, la consulta de información desde la base de datos y la presentar de

forma clara en una pantalla. Para interfaz con el usuario se consideraron temas de usabilidad de pantallas (Penin, 2012).



Figura 3. Pantallas con información de sensores presentada gráficamente.

Los resultados obtenidos de la aplicación fueron aceptables, se crearon seis distintas pantallas, cada una de ellas tiene una función distinta y son fáciles de utilizar. En la figura 3 se muestra la misma pantalla con distintos estados del sistema: el primer estado muestra un nivel bajo de agua y nula presencia de flujo; este estado manda una alarma al usuario para que tome medidas preventivas de consumo racionado de agua; el segundo estado muestra un nivel alto y presencia de flujo, en este

caso no se manda alerta pues se da a entender que se encuentra en estado optimo.

Se tienen dos variables guardadas en el grupo llamado *Proyecto*, la primer variables es *Flujo* que es booleana, cuando existe flujo y cuando no existe flujo, y la segunda variable llamada *Tinaco* que recibe y envía datos enteros de 0 a 100, siendo 0 cuando el tinaco está vacío y 100 cuando este se encuentra totalmente lleno.

CONCLUSIONES

Los resultados son aceptables, según lo planteado: la aplicación, el sistema electrónico, de monitoreo y de comunicación entre la aplicación y la parte del circuito de control están vinculados y trabajan en armonía, además de la usabilidad de la interfaz para el usuario. Se realizaron pruebas para garantizar el funcionamiento de monitoreo desde cualquier lugar con internet y funciona correctamente.

Con la implementación de este proyecto será más útil conocer el porcentaje de agua que contiene el tinaco en cada momento, así como los momentos en que más se debe ahorrar para que no se vacíe. La siguiente etapa es la implementación del sistema,

donde se considerarán principalmente los temas abiertos en el presente trabajo: la selección de los sensores, pruebas de calibración y los ensayos en sitio del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Amazon. (2023). Obtenido de

<https://www.amazon.com.mx>

Brunete Alberto, P. S. (2020). Introducción a la Automatización Industrial. En P. S. Alberto Brunete, Introducción a la Automatización Industrial. Madrid: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.

Cabrera Pinto, A. C., Flores Alvarado, A., García Torrico, E. M., Guevara Subia, I. R., Herbas Cardozo, Y. M., Huaquisaca Laime, K., Villa Solares, D. (2007). Conjuntos habitacionales Características generales. En Varios, Conjuntos habitacionales Características generales (pág. 4). Universidad mayor real y pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Castro Perdomo, N. A., & Rajadel Acosta, O. N. (2021). Otra cara de la problemática del agua y el cambio climático; dos realidades sinérgicas yuxtapuestas. En Revista Universidad y Sociedad (Vol. 13, págs. 351-360). Cuba: Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos.

Khawas, C., & Shah, P. (2018). Application of Firebase in Android App Development-A Study. En C. Khawas, & P. Shah, Application of Firebase in Android App Development-A Study (pág. 49). Gangtok, India: International Journal of Computer Applications.

Mercado libre. (2023). Obtenido de <https://mercadolibre.com.mx>

Penin, A. R. (2012). Sistemas SCADA. Marcombo.
Salazar, M. (5 de Octubre de 2023). Diario de Xalapa. Obtenido de <https://www.diariodexalapa.com.mx/local/tandeos-de-cmas-en-xalapa-fechas-por-cada-colonia-10798291.html>