



Diseño de un prototipo para medición, registro y monitoreo del nivel de agua de un tanque mediante una página web.

Alejandro Guillermo Ferrer Orta¹

Universidad José Antonio Páez.

<https://orcid.org/0000-0001-7563-7522>

Luis Manuel Rodríguez Herrera²

Universidad José Antonio Páez.

<https://orcid.org/0000-0003-0393-2607>

Recibido: 25-11-2022

Aceptado: 29-12-2022

Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrolló con la finalidad de diseñar un prototipo capaz de medir el nivel de agua de un tanque, el cual puede almacenar la información de cada lectura, utilizando un hardware apropiado, debe registrarse en una base de datos, para brindar un servicio de monitoreo con respecto al abastecimiento de agua del nodo de telecomunicaciones. El sistema de monitoreo está compuesto por un tanque encargado de almacenar el agua. Dentro del tanque, se encuentra un sensor de nivel, que se encarga de hacer la medición de la señal requerida. Además, este sensor envía la información a través de un dispositivo de transmisión de datos hasta la sede principal para el monitoreo del nivel de agua. Su función es registrar el nivel de agua que hay en el tanque y el caudal que hay en la tubería donde circula el agua dentro del tanque a medida que va aumentando o disminuyendo. Dentro de la investigación, se enfatizó de manera considerable en el estudio de factibilidad a partir del desarrollo del prototipo.

Palabras claves: Sensores y adquisición de datos, Automatización Industrial, Microprocesadores.

Design of a prototype for measuring, registering and its monitoring the water level of a tank through a web page.

Abstract

The present research work was developed with the purpose of designing a prototype capable of measuring the water level of a tank, which can store the information of each

¹ Ingeniero electrónico (UJAP), Universidad José Antonio Páez. alejandrog.ferrer.o@gmail.com

² Ingeniero electrónico (UJAP), Universidad José Antonio Páez. luismrodriguez2001@gmail.com

reading, using appropriate hardware, it must be registered in a database, to provide a monitoring service regarding the water supply of the telecommunications node. The monitoring system is made up of a tank in charge of storing the water. Inside the tank, there is a level sensor, which is responsible for measuring the required signal. In addition, this sensor sends the information through a data transmission device to the main headquarters for monitoring the water level. Its function is to record the level of water in the tank and the flow in the pipe where the water circulates inside the tank as it increases or decreases. Within the investigation, considerable emphasis was placed on the feasibility study from the development of the prototype.

Keywords: Sensors and data acquisition, Industrial Automation, Microprocessors.

Introducción

En la actualidad se vive una época donde se busca el aprendizaje rápido, e invención a gran escala, con métodos para mejorar los procesos productivos, alcanzando una reducción en los tiempos de realización y con mayores estándares de calidad. En esta época se indaga a fondo las técnicas y desarrollo de sistemas automatización o con una autonomía que faciliten la producción y el trabajo de los operarios, con la finalidad de lograr la eficiencia y la mayor eficacia con el apoyo de los avances tecnológicos. Es importante acotar que, desde este punto de vista técnico, la medición es un factor crucial para cualquier sistema productivo ya que facilita la información que muestra realidad de dicho proceso ya sea de producción o avances tecnológicos, ayudando a toda empresa en tomar las decisiones correctas para su futuro.

Por otro lado, cabe destacar que el agua ha sido la médula para lograr el desarrollo sostenible, así como también en el desarrollo socioeconómico, la producción de alimentos, energía, y lo fundamental, preservar la especie humana. Es primordial tener acceso al agua ya sea para su uso doméstico, fines recreativos o para la producción de alimentos, pero para lograr esto se debe controlar el surtido de agua, luego realizar un correcto saneamiento y por último el proceso de administración de los recursos hídricos.

Por tal motivo, se llevó a cabo un diseño de un prototipo para medición, registro y monitoreo mediante una página web, del nivel de agua de un tanque situado en los centros de telecomunicaciones ubicados en zonas rurales como cerros y montañas, donde el trayecto para llegar a los mismos es de difícil acceso. El objetivo principal será almacenar la información de cada lectura, utilizando un hardware apropiado, con la finalidad de registrar en una base de datos dichas lecturas, para brindar un servicio de monitoreo con respecto al abastecimiento de agua del nodo (estación de telecomunicaciones), de fácil manejo y mantenimiento; que permita entender de manera conveniente los problemas de control de nivel de líquidos.

Metodología

Respecto al enfoque de la investigación Sampieri, (2014) argumentan que: Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda

la información recabada (metainferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (p.534).

Tomando en consideración lo expuesto anteriormente, se llevó a cabo una investigación que combinó herramientas de recolección de datos, para obtener mejores resultados al momento de analizar la información recolectada; se logró así una perspectiva más profunda y se encontró la mejor forma de abordar la problemática tanto de forma teórica como práctica, con la finalidad de lograr el objetivo planteado.

De igual forma, la Investigación es considerada Proyecto Especial según el Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de Trabajos de Grado, Trabajos de Grado, Tesis Doctoral de la universidad José Antonio Páez, la cual es definida como:

Los trabajos que conllevan a la creación de objetos tangibles, para ser usados como solución a problemas, intereses o necesidades demostradas. Para Trabajos de Grado contemplan tres fases: diagnóstico y/o establecimiento de la necesidad, un estudio de factibilidad operativa, técnica y económica (costo-beneficio y/o mercadeo) y desarrollo de la propuesta. (p.14)

La investigación es considerada un Proyecto Especial, debido a que se desarrolla un objeto tangible, con el propósito de solucionar problemas, intereses o necesidades demostradas. Por tal razón, los objetivos principales de la investigación se basaron en: Diagnóstico, estudio de factibilidades y desarrollo de la propuesta.

Kerlinger y Lee (2002) indica que la investigación no experimental:

Es la búsqueda empírica y sistemática en la que el científico no posee control directo de las variables independientes, debido a que sus manifestaciones ya han ocurrido o a que son inherentemente no manipulables. Se hacen inferencias sobre las relaciones entre las variables, sin intervención directa, de la variación concomitante de las variables independiente y dependiente (p. 504).

Por ende, la investigación fue no experimental, ya que la esencia del trabajo de investigación era solo la observación de los fenómenos, sin ser alterados o asignados a condiciones y posteriormente ser analizadas. Asimismo, fue una investigación de campo, tomando en cuenta lo descrito en el Manual para la elaboración y presentación de los anteproyectos, proyectos de Trabajos de Grado, Trabajos de Grado, Tesis Doctoral de la universidad José Antonio Páez, se entiende como “El análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos” (p.10).

Diagnóstico de la situación actual.

En primera instancia, el diagnóstico de la situación actual realizada a los nodos de la empresa Tecnoven Services C.A, donde se logró corroborar que es un sistema netamente manual, es decir, no se monitorea de forma automática, requiere fuertemente

de la influencia del ingeniero que deba realizar trabajos o que se encuentre en dicho nodo, además, no permite la posibilidad de monitorear las variables de interés, aspecto que genera incertidumbre en la empresa antes de enviar a sus ingenieros a realizar trabajos.

Figura 1

Centro de telecomunicaciones, Cerro el Portete



Nota: Técnico de Tecnoven Services C.A

De igual manera, se puede observar la parte interna del tanque, siendo el aporte más significativo el que corresponde al dimensionamiento del sistema actual, lo que facilita aspectos sumamente relevantes en función de la información suministrada por la empresa, destacando que el método para determinar el nivel y caudal de agua que posee dichos tanques es de manera manual como lo sería de manera visual, ya que como se aprecia no posee ningún sistema para determinar dichas variables. De modo que, es pertinente la implementación de dicho dispositivo para ayudar a automatizar este proceso, logrando enviar la información desde la localización desierta hasta una de las sedes principales y de esta manera poder tener un mejor monitoreo y organización al momento.

Figura 2

Foto interna del tanque de agua



Nota: Técnico de Tecnoven Services C.A

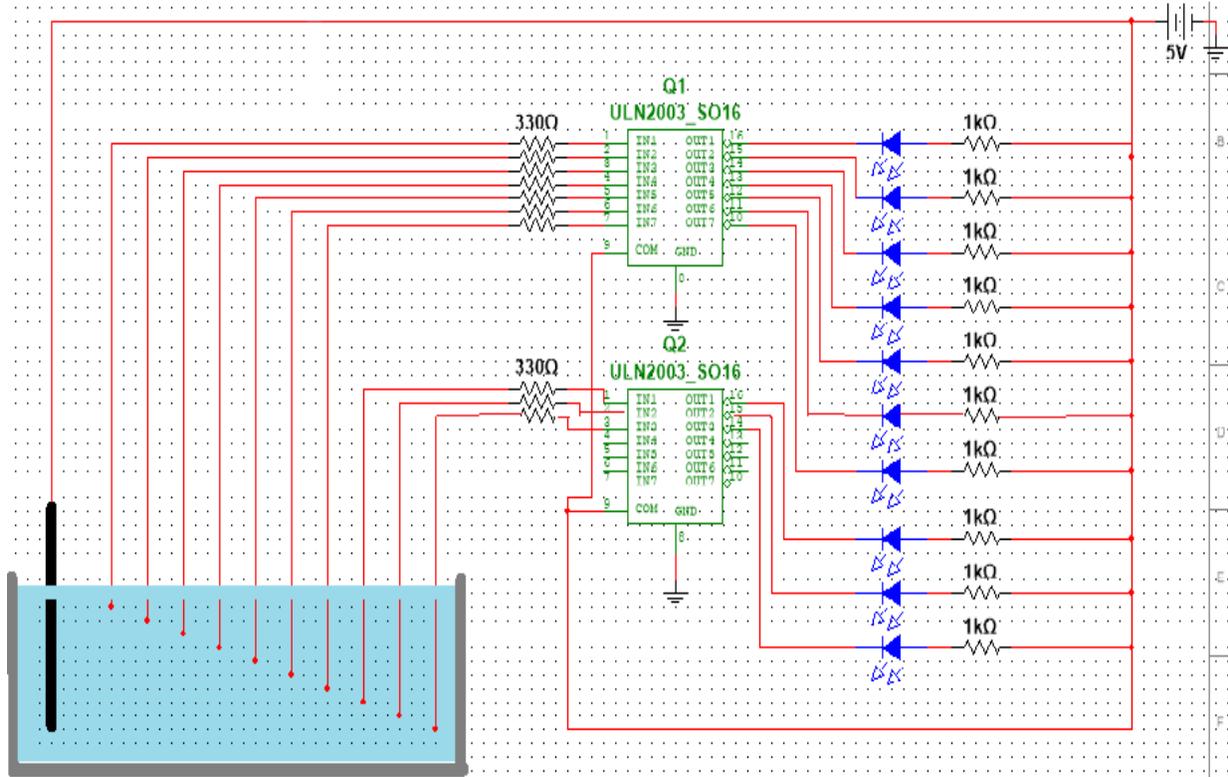
Identificación de los requerimientos del sistema de monitorización.

En lo que se refiere a la selección de los elementos necesarios para la elaboración del sistema de monitorización de medición del nivel de agua, se requiere poder gestionar la información referente al entorno del proceso físico en cuestión, por lo que se precisa utilizar un dispositivo electrónico que posea las características necesarias para manipular señales eléctricas y dar una respuesta adecuada para el correcto funcionamiento. A continuación, se mencionan los componentes y elementos necesarios para la construcción del sistema desarrollado.

Sensor de nivel. El circuito medidor de nivel se realizó con diodos led luminosos, resistencias y circuitos integrados ULN2003. Este sensor corresponde al medidor de nivel resistivo, el cual consiste según Creus, A (2010), “En uno o varios electrodos y un circuito electrónico que excita un relé eléctrico o electrónico al ser los electrodos mojados por el líquido” (p.211). Por lo tanto, se planteó la implementación del circuito, siendo este de bajo costo y fácil instalación; donde cada led indica el nivel del agua presente en el tanque en un intervalo de 10 por ciento en 10 por ciento (10%) indicando desde cero (0%) hasta llegar a cien por ciento (100%).

Figura 3

Diagrama del circuito medidor de nivel



Nota: Ferrer y Rodríguez (2022).

Circuito integrado ULN2003. Consiste en conectar dos transistores bipolares en cascada obteniendo así, una ganancia elevada porque se multiplica la ganancia de cada uno de los dos transistores. Gracias a ello, se pueden controlar cargas de una cierta potencia con corrientes de entrada muy pequeñas, lo cual es adecuado debido a que la señal eléctrica entregada por las sondas es muy pequeña, de esta forma se amplifica la corriente que ayudara a detectar el nivel del tanque por medio del arduino MEGA 2560 R3.

Figura 4

Circuito integrado ULN2003

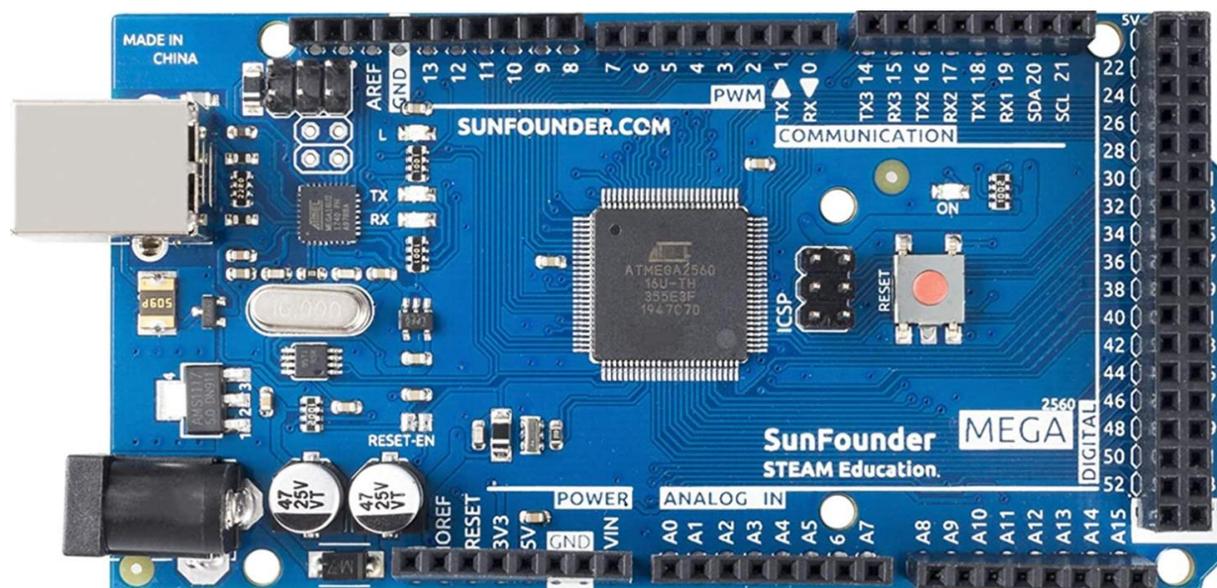


Nota: <https://digizone.com.ve>

Placa arduino MEGA 2560 R3. Herrero, J y Sánchez, J (2015) comentan que el Arduino “Es un sistema microcontrolador monoplaca, de hardware libre, de fácil uso y bajo coste, desarrollado inicialmente para facilitar el uso de la electrónica en diseños artísticos e interactivos” (p.4). Es la plataforma de hardware seleccionada para realizar este prototipo y lograr comprobar el funcionamiento con las pruebas correspondientes. Los componentes dentro del mismo trabajando todos en conjunto se aprovechan las facilidades ofrecidas para la realización del diseño. Otra de las ventajas de utilizar arduino son los sensores y módulos existentes en el mercado y la gran cantidad de información referente a la programación de estos mismos, los cuales fueron vitales para el desarrollo del sistema de monitorización de medición de nivel de agua.

Figura 5

Placa Arduino MEGA 2560 R3



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

Módulo WI-FI ESP8266-01S: En lo que respecta al medio de transmisión de datos Fernández, M (2014), argumenta que “Es el camino físico entre el transmisor y el receptor. Cualquier medio físico que pueda transportar información en forma de señales electromagnéticas se puede utilizar en las redes de datos como un medio de transmisión” (p.1). Por tal motivo, el módulo WI-FI ESP8266-01S es ideal para la transmisión de datos, pues dispone de las herramientas de hardware y software necesarias para realizar la conexión a internet por Wi-Fi y comunicarse mediante distintos protocolos con sensores, páginas web. Además, la ventaja que posee es la gran cantidad de información referente a la programación de estos mismos con el arduino MEGA 2560.

Figura 6

Módulo Wi-Fi ESP8266-01S



Nota. <https://www.mercadolibre.com.ve/>(2022)

Medidor de Caudal YF-S201 1-30L/min: Según Gutiérrez, L (2001) afirma en su libro un medidor de caudal electromagnético como:

Cuando un conductor se mueve a través de un campo magnético se genera una fuerza electromotriz en el conductor, siendo su magnitud directamente proporcional a la velocidad media del conductor en movimiento. Si el conductor es una sección de un líquido conductor circulando por un tubo aislado eléctricamente, a través de un campo magnético y se montan los electrodos diametralmente opuestos en la pared de la tubería. (p.36).

Se utilizó el medidor de caudal como medida de seguridad, debido a alguna falla que pueda producirse en el medidor de nivel. Este caudalímetro, indica la presencia o ausencia de agua en el tanque, es decir, si el sensor de nivel cesa su funcionamiento, por alguna causa externa, y el medidor de caudal aun registra litros de agua por minuto, demuestra que aún posee agua el tanque. De lo contrario, si el medidor de caudal no detecta litros de agua por minuto, esto quiere decir que, no existe líquido en el tanque en ese momento.

Figura 7

Medidor de caudal YF-S201 1-30L/min



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

Display LCD 16 x 2: Se utilizó el display debido al bajo costo que este posee y permite la visualización constante por pantalla de las variables del sistema que se miden. Cuenta con dos filas, cada una con dieciséis caracteres lo que permite la visualización de distintos datos o información gráfica. Además, su programación es sencilla y su consumo de energía es bajo siendo una ventaja para disminuir la corriente en el circuito

Figura 8

Display LCD 16 x 2



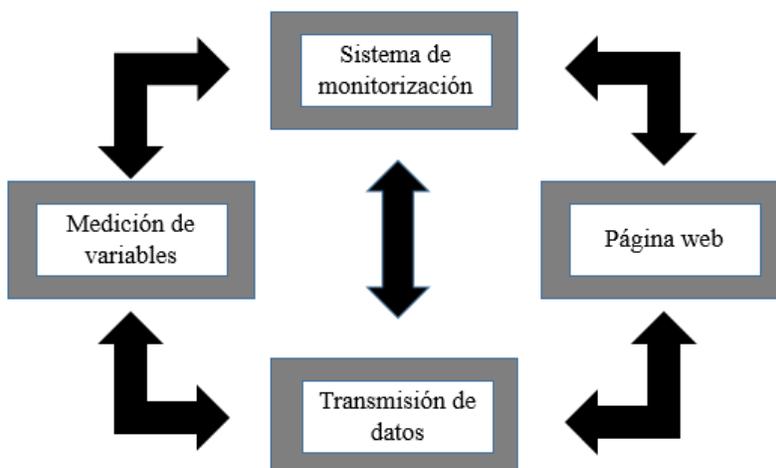
Nota: <https://uelectronics.com/>

Desarrollo del sistema de monitorización.

Es de suma importancia resaltar los distintos procesos referentes al sistema que se desarrolló, de acuerdo con la información suministrada anteriormente, dando a conocer la deficiencia actual que posee la empresa en cuestión y justificando la creación del sistema de monitorización del nivel de agua de los tanques ubicados en localizaciones inhóspitas que se desea llevar a cabo. Por tal motivo, se debe concretar las distintas partes que comprenden el sistema que se diseñó por medio de un diagrama de bloques, que enfatiza el funcionamiento del mismo.

Figura 9

Diagrama de bloques del sistema de monitorización.

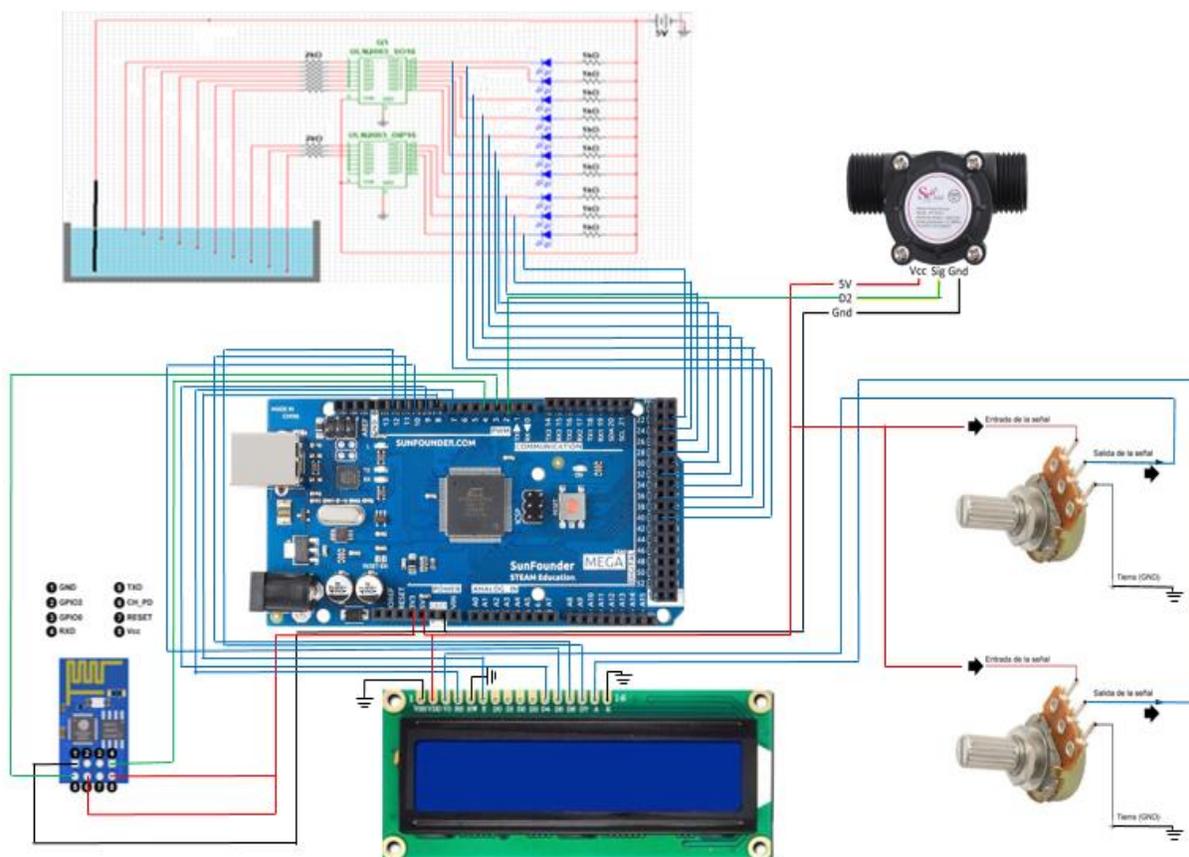


Nota. Ferrer y Rodríguez (2022).

Como se aprecia en el diagrama de bloques, el sistema de monitorización representa el núcleo del proyecto, compuesto por diferentes partes funcionales. La medición de variables, corresponde a la adquisición de los valores del proceso físico, siendo estos el nivel, caudal y volumen, lo que es vital para el sistema. La transmisión de los datos, permite el envío de la información captada por los sensores, mediante la tecnología Wi-Fi y finalmente, la interfaz gráfica que hace posible presentar y registrar la información suministrada por las partes mencionadas anteriormente para su posterior análisis. Por ende, se presentan las conexiones que fueron necesarias para llevar a cabo el prototipo del sistema de monitorización.

Figura 10

Conexiones del sistema.



Fuente: Ferrer y Rodríguez (2022).

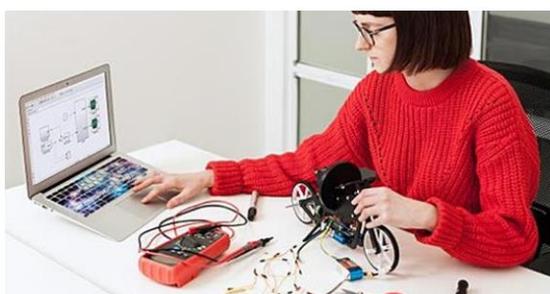
Programación del sistema de monitorización: En esta sección la programación realizada está basada en el funcionamiento de los medidores de nivel, caudal y volumen de agua ubicados dentro del tanque de almacenamiento, esta información es detectada y enviada inmediatamente al Arduino, es decir, el estado de las variables es adquirido cuando haya cualquier modificación en el sistema. Del mismo modo, se realizó la programación del módulo Wi-Fi para realizar la transmisión de datos hasta la página web.

Este contempla uno de los elementos principales que comprende el sistema de monitorización desarrollado.

Plataforma ThingSpeak: Se seleccionó como página web de prueba para la monitorización de las variables, además que facilita la transmisión de los datos mediante el módulo Wi-Fi y el método GET. De igual manera, es utilizada para el internet de las cosas (IoT), la cual posibilita la adquisición, almacenamiento en la nube y posterior análisis de los datos captados por sensores, a través de distintos dispositivos como lo sería Raspberry Pi o Arduino.

Figura 11

Plataforma ThingSpeak



Nota. <https://thingspeak.com/>

Se debe recalcar que en arduino, ya están implementadas por hardware todas las capas del protocolo TCP/IP. Por esa razón, se hará uso del método GET, donde se envía directamente la información a través de la URL y gracias a ThingSpeak que proporciona el código necesario para él envío de información con el método GET correspondiente.

Figura 12

Método GET proporcionado por ThingSpeak

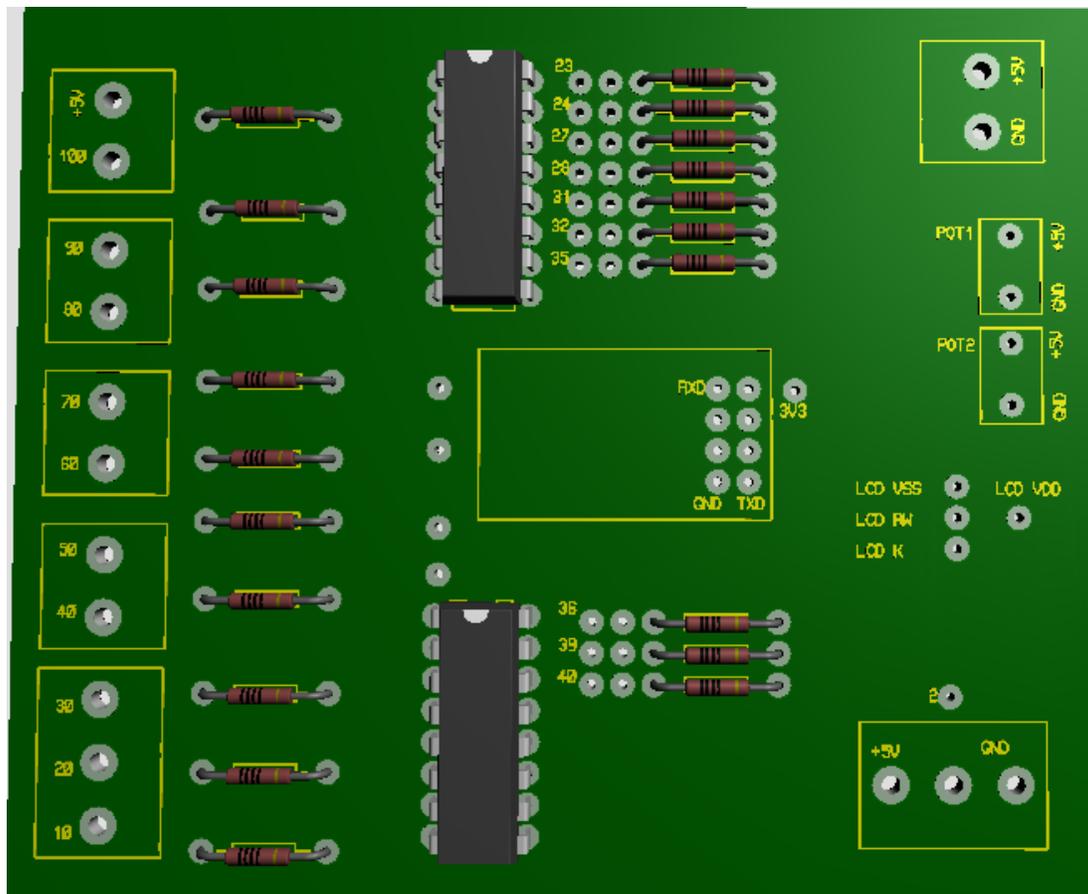


Nota. <https://thingspeak.com/>

Diseño PCB: Se llevó a cabo el diseño del circuito impreso para la presentación final del prototipo mediante el software de automatización de diseño electrónico Proteus versión 8.9 donde se llevó a cabo la colocación y enrutamiento de componentes para especificar la conectividad eléctrica del sistema de monitorización.

Figura 13

Diseño circuito impreso en 3D.



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022).

Figura 14

Prototipo del sistema de monitorización.



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022).

Discusión de Resultados

Con respecto a los resultados es indispensable comprobar el funcionamiento adecuado del sistema para lograr establecer el prototipo diseñado, a través de la evaluación se desea obtener evidencias del funcionamiento correcto de los sensores que constituyen los elementos de adquisición del sistema, la comunicación de datos existente entre la placa Arduino MEGA 2560, el computador o teléfono y el funcionamiento de la página web, que integra a su vez el sistema de medición de nivel, caudal y volumen.

Prueba de llenado del tanque.

En este primer caso se llenó el modelo del tanque de agua donde se determinó la idónea adquisición de los valores por parte del circuito medidor de nivel, el cual se apreciará visualmente por diodos indicadores luminosos (LED) en el dispositivo. De igual forma, se observa en la página web donde se comprobó que la información es la misma, determinando así que la transmisión de datos a través del módulo Wi-Fi está funcionando correctamente.

Figura 15

Foto del 0% del nivel – caudal 0- volumen 0



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022)

Figura 16

Foto del 50% del nivel – caudal 0- volumen 0



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022)

Figura 17

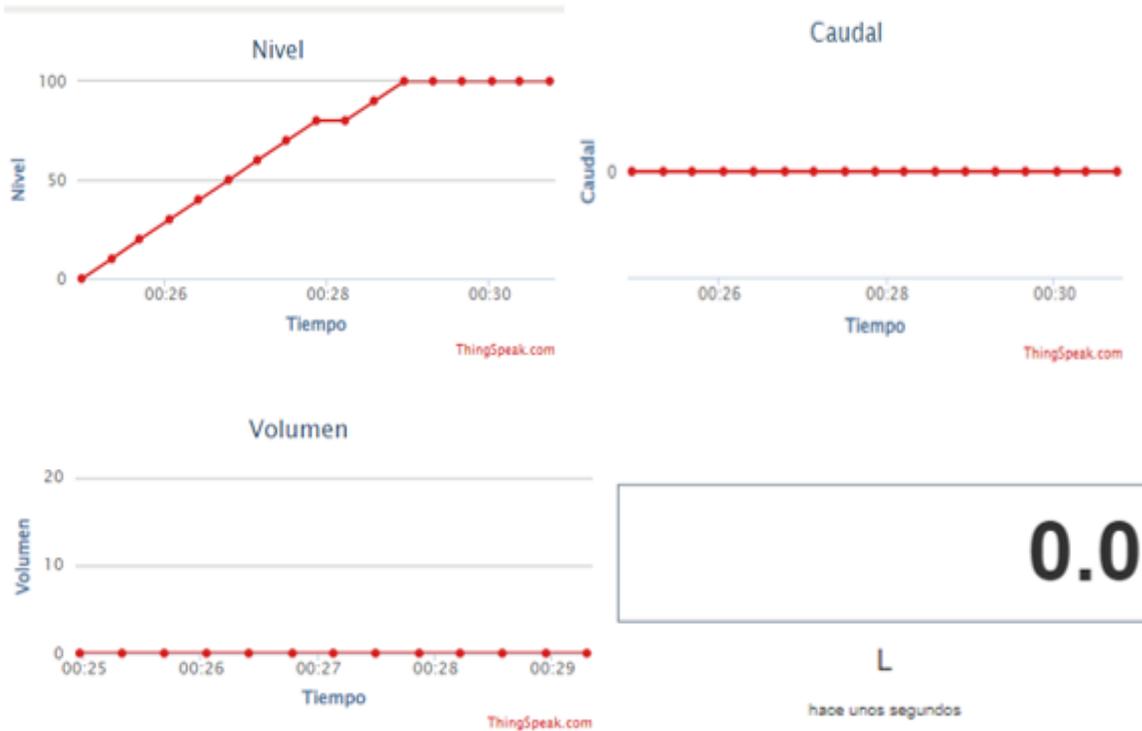
Foto del 100% del nivel – caudal 0- volumen 0



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022)

Figura 18

Plataforma ThingSpeak gráfica de variables en llenado



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022)

En lo que respecta a la medición de las variables determinadas por el medidor de caudal YF-S201 1-30L/min, siendo estas el caudal y el volumen, valdrán cero en esta prueba, es decir, el caudalímetro debe presenciar el paso o salida de agua para poder mover la turbina que tiene en su interior y generar los pulsos correspondientes para un funcionamiento adecuado midiendo dichas variables, sin embargo, esto no entra en el ámbito de este ensayo, al solo tener en cuenta el llenado del tanque sin ninguna pérdida o consumo del agua.

Prueba de vaciado del tanque.

En cuanto a la segunda prueba para verificar el apropiado funcionamiento de todas las partes del sistema de monitorización, se realizó el procedimiento contrario al apartado anterior, tomando como punto de partida el modelo del tanque al cien por ciento (100%), abriendo la llave que permitirá el paso del agua por el caudalímetro. Del mismo modo, que en el primer caso se captaron los valores del nivel del tanque mediante el circuito medidor de nivel, al igual que en el caso anterior tanto de manera física en el dispositivo y por la página web, obteniendo nuevamente los mismos resultados en ambos casos corroborando el funcionamiento de ambos elementos.

Figura 19

Foto del 100% del nivel – caudal 0- volumen 0 en vaciado



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022)

Figura 20

Foto del 50% del nivel – caudal 4,77 L/m - volumen 9,77 L



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022)

Figura 21

Foto del 10% del nivel – caudal 1,62 L/m - volumen 19,03 L



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022)

Figura 22

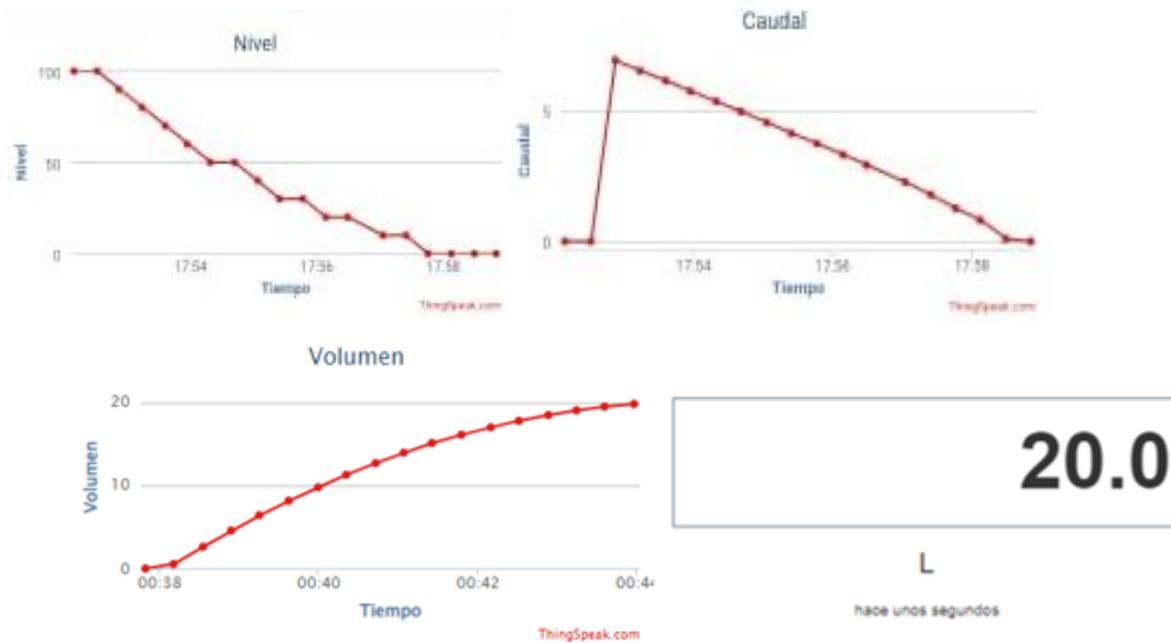
Foto del 0% del nivel – caudal 0 L/m - volumen 20 L



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022)

Figura 23

Plataforma ThingSpeak gráfica de variables en vaciado



Nota. Ferrer y Rodríguez (2022)

Al contrario, que en la primera prueba en lo que se refiere a las variables de caudal y volumen, si tendrán un valor en este caso, ya que se sabe que, al vaciarse el tanque, pasará agua por el medidor de caudal, haciendo girar las hélices en su interior. En consecuencia, según el funcionamiento del caudalímetro, se sabe que la velocidad de giro es proporcional al caudal, de manera que, si se conoce la velocidad, se conoce el caudal. Para lograr determinar dicha variable este medidor contiene un captador que genera un pulso cada vez que un aspa de la hélice pasa al frente de este, de tal forma que se tendrá un tren de pulsos cuya frecuencia permitirá establecer el caudal. Análogamente, una vez determinado el caudal, se puede conocer el volumen o cantidad de agua que se ha consumido hasta el momento de vaciarse completamente el tanque.

Conclusión

Se observaron y analizaron las condiciones iniciales del sistema actual de la empresa en cuestión, donde se logró recolectar totalmente la información para adecuar un prototipo de acuerdo a sus necesidades. Además, se evidenció un estado actual completamente manual. Asimismo, se analizaron las variables a medir decidiendo finalmente monitorear el nivel de agua del tanque, además, se incluyó la medición de caudal como método alternativo para saber si el tanque se vació completamente, de igual forma, se decidió monitorear el volumen de agua que consume la empresa en el nodo. Estas mediciones sirvieron como complemento para elaborar un prototipo más eficiente y completo. Finalmente, se buscó confirmar a la perfección dicho funcionamiento, siendo este muy acertado al modelo diseñado con las variables a monitorear requeridas por la empresa en cuestión.

Referencias

- Creus A (2010). Instrumentación Industrial. Octava Edición. Editorial <https://books.google.co.ve/books?id=RnMBQ-E6JK4C&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
- Fernández A (2014). Medios de transmisión https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/16867/tema05_medios.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gutiérrez, L. (2001). Teoría de la medición de caudales y volúmenes de agua e instrumental necesario disponible en el mercado https://www.igme.es/igme/publica/libros2_TH/art2/pdf/teoria.pdf
- Herrero, J y Sánchez, J (2015) Una mirada al mundo Arduino https://revistas.uax.es/index.php/tec_des/article/view/617/573
- Sampieri (2014). Metodología de la investigación sexta edición <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Crédito de las Imágenes

- Circuito integrado ULN2003. (2022) <https://digizone.com.ve/producto/array-transitores-darlington-ulin2003/>
- Módulo Wi-Fi ESP8266-01S. (2022). https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-510633852-modulo-wifi-esp8266-esp-01-modulo-de-arduino-inalambrico-JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=2d790866-0370-4033-84e8-68dba24809d7
- Placa Arduino MEGA 2560 R3 (2022). <https://www.amazon.com/SunFounder-ATmega2560-16AU-Board-Compatible-Arduino/dp/B00D9NA4CY?th=1>
- Medidor de caudal YF-S201 1-30L/min (2022) <https://www.amazon.com/-/es/yf-s201-Contador-Control-Interruptor-medidor/dp/B073W7T8BZ>
- Display LCD 16 x 2 (2022). <https://uelectronics.com/producto/display-lcd-16x2-con-fondo-azul/>