

Monitoreo y control de pozos de agua a través de comunicación inalámbrica

Resumen: El presente proyecto se realizó en la ciudad de Jerez Zacatecas durante el primer semestre del 2015 y tiene como objetivo principal el diseñar e implementar un sistema capaz de monitorear y controlar el nivel de agua de los depósitos utilizados en el sistema de distribución de agua potable, el cual, controle de manera automática o manual la o las bombas ubicadas en los pozos del municipio, además de implementar el control automático de temperatura para protección de dichas bombas, todo esto, utilizando el protocolo de comunicación inalámbrica Zigbee®. Para llevar a cabo dicho proyecto la metodología fue el análisis y limitación del proyecto, requerimientos de materiales, software de programación y configuración, investigación del funcionamiento de los dispositivos, prácticas previas de comunicación, desarrollo de prototipo, pruebas de campo y acondicionamiento del lugar de instalación. Como resultado se logró desarrollar una interfaz gráfica, de modo que desde una computadora se pueda monitorear y controlar el nivel de agua del depósito y la temperatura a la cual está trabajando el sistema. En conclusión, tener un sistema que facilite la visualización y el control en tiempo real del sistema de distribución de agua potable resulta mucho más práctico y manejable que realizar el mismo trabajo de manera convencional (manual).

Palabras clave: Comunicación inalámbrica, interfaz, pozos de agua, sensor ultrasónico, Xbee.



Colaboración

Carrera García Oscar Gabriel; Landeros Bañuelos Juan Luis, Instituto Tecnológico Superior de Jerez

Abstract: This project was conducted in the city of Zacatecas Jerez during the first half of 2015 and its main objective is to design and implement a system to monitor and control the water level in the tanks used in the system of water distribution, which, controlled automatically or manually or pump the wells located in the municipality, in addition to implement automatic temperature control for protection of these bombs, all this, using the wireless communication protocol Zigbee®. To carry out this project was the analysis methodology and project limitation, material requirements, configuration and programming software, research operation of the devices, prior communication practices, prototype development, field testing and conditioning instead of installation. As a result it was possible to develop a graphical user interface, so that from a computer can monitor and control the water level in the tank and the temperature at which the system is working. In conclusion, having a system that facilitates the visualization and real-time control system of water distribution is much more practical and manageable than doing the same work in a conventional manner (manual).

Keywords: Wireless communication, interface, water wells, ultrasonic sensor, Xbee.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas en el sistema de distribución de agua potable en el Municipio de Jerez Zacatecas (SIMAPAJ), es la falta de automatización y control de sus sistemas de monitoreo de bombeo de agua en sus pozos o tanques elevados, por lo que es necesario implementar un sistema que contribuya de forma eficaz a resolver este problema, ya que debido a esto, se dan cortes frecuentes en el suministro de agua potable para la población, ocasionando grandes estragos tanto para la dependencia como para los pobladores del Municipio.

En los sistemas de agua potable utilizados en la gran parte de los municipios del país, este problema es frecuente, no es exclusivo del municipio en mención, por lo que se tienen grandes expectativas en cuanto la aplicación de este proyecto en otras regiones del país, por lo que nuestro objetivo principal, es optimizar estos sistemas mediante el monitoreo y control utilizando tecnología inalámbrica y crear una red de control regional por municipio, estado y nación.

En el periodo de 1950 a 2005, la población del país se cuadruplicó, y paso de ser mayoritariamente rural (57.3% rural) a predominantemente urbana (76.5%). Como consecuencia del crecimiento de la población la disponibilidad del agua ha decrecido cuatro veces [8].

En el presente trabajo se presentan los generales sobre la situación que guarda el municipio y comunidades aledañas en cuanto al sistema de distribución municipal y los efectos que esto ocasiona; la importancia y los objetivos de diseñar e implementar un sistema de control del sistema de suministro de agua, así como también los materiales y métodos utilizados para lograr esta propuesta de solución y finalmente, los resultados obtenidos y las conclusiones de la investigación.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El sistema de agua de la ciudad de Jerez de García Salinas Zacatecas y de las comunidades aledañas, no cuentan con un método que permita monitorear y controlar de una manera más eficiente y sencilla el almacenamiento y distribución de agua potable, y dicha carencia ocasiona continuos cortes y desabasto en ciertas áreas y/o regiones, además de los costos elevados en mantenimiento de los sistemas hidráulicos. En resumen los problemas detectados son los siguientes:

- No existe un sistema moderno para determinar el nivel de agua de cada uno de los depósitos que el Sistema Municipal de Agua Potable utiliza para la distribución de agua potable.
- Se requiere determinar lo más exacto posible el nivel de agua de los depósitos.
- La ausencia de un control más efectivo aplicado a los pozos que se utilizan para suministrar agua a los depósitos cuando se requiera.
- La falta de un programa u aplicación para monitorear el estado de los depósitos de una manera fácilmente interpretable para el usuario y que permita un mejor control de estos.

IMPORTANCIA DEL PROBLEMA

Es de gran importancia mantener en óptimas condiciones dicho sistema ya que de lo contrario ocurren eventos desfavorables como lo son el desborde de agua en los contenedores, malfuncionamiento de equipo, desabastecimiento de agua por sequía o paro de motores, entre otros, tanto para la población como para la dependencia encargada de proveer agua potable.

OBJETIVOS

- Diseñar un control automático y manual que opere las bombas de los pozos.
- Diseñar una etapa de potencia manipulada con un microprocesador para el control manual.
- Obtención a través de medios inalámbricos, el nivel del agua de los tanques y pozos en tiempo real.
- Diseñar una interfaz de fácil uso que permita visualizar el nivel de los tanques y manipular manualmente las actividades requeridas por los pozos y bombas de manera inalámbrica y de forma segura.
- Comprobar su funcionamiento a larga distancia para el control de las diferentes variables.

MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en la ciudad de Jerez Zacatecas comenzando en febrero de 2015 y concluyendo en julio del mismo año.

INTERVENCIONES

El procedimiento realizado en esta investigación fue el siguiente:

- Análisis y limitación del proyecto, requerimientos de materiales y software de configuración.
- Investigación del funcionamiento del software y los dispositivos empleados.
- Prácticas previas para la comunicación.
- Desarrollo de prototipo.
- Vinculación interfaz-prototipo.
- Pruebas de campo.
- Análisis y acondicionamiento para el lugar de aplicación.
- Pruebas y ajustes finales.

ELEMENTOS SELECCIONADOS

Después del análisis se optó por elegir los siguientes componentes para llevar a cabo el prototipo, por lo que se utilizaron los siguientes elementos:

- Módulos XBee S3b Pro de Digi® para la comunicación inalámbrica [3].
- Tarjeta XBee Shield para comunicar el XBee con el microcontrolador Arduino [2].
- Tarjeta Digi Explorer [3].
- Antenas para conexión RPSMA DE 2.4 GHz 5dBi.
- Sensor ultrasónico HC-SR04 para determinar la profundidad de los depósitos [7].
- Batería recargable para alimentar los circuitos.
- Celdas solares.
- Sensor digital de temperatura DS18B20 [6].
- Módulo PLC SR3 B101FU.
- Microcontrolador Arduino UNO [1].
- Software de programación Arduino [1].
- Software XCTU para la configuración de los módulos [4].
- Software Visual Basic para la realización de la interfaz.

RESULTADOS

Se realizó el prototipo considerando las variables a medir (nivel de líquido y temperatura). Figura 1.

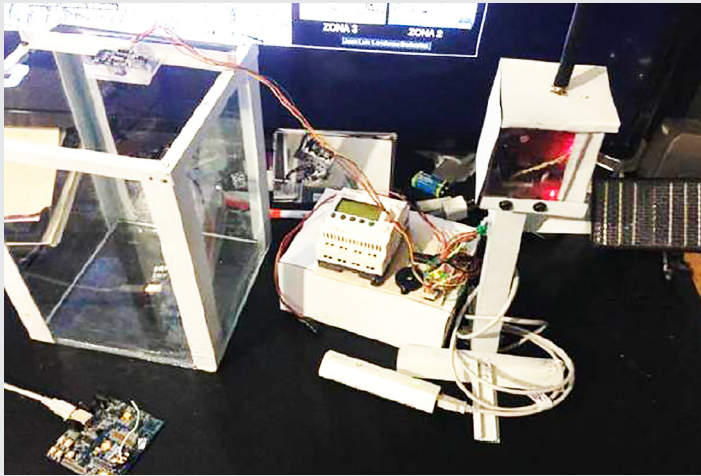


Figura 1. Prototipo de Sistema de monitoreo.

En las pruebas de campo, se midieron distancias, ubicaciones y obstáculos entre la ubicación de los pozos y la oficina de prueba que se localiza en Instituto Tecnológico Superior de Jerez, donde se encuentra el concentrador o receptor de los datos medidos. Figura 2.



Figura 2. Vista desde el Google Earth de la zona donde se realizó la prueba de comunicación, la línea amarilla indica la distancia entre el tanque elevado de la Alameda García Salinas y el ITSJ [5].

Además, se muestra la ubicación real de los pozos del municipio como se muestra en la figura 3.

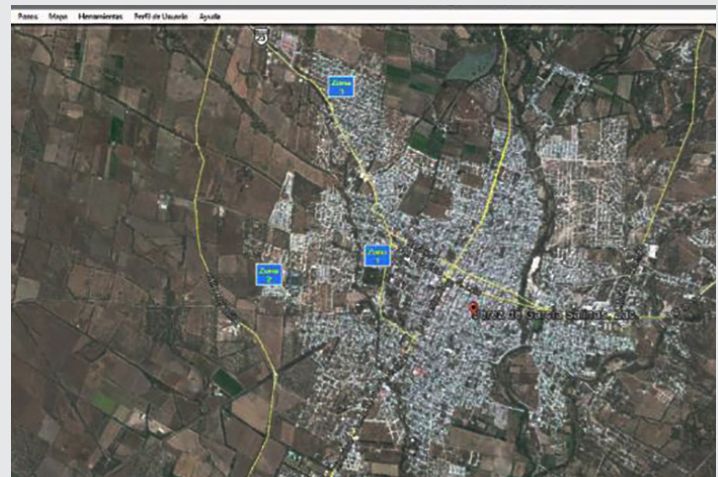


Figura 3. Ubicación de los pozos [5].

Así también, se diseñó la interfaz donde se muestra el nivel de los pozos en tiempo real, pudiendo observar el comportamiento individual o mostrar los niveles en varios pozos simultáneamente.

Las funciones y características de esta interfaz son las siguientes:

- Puesta en marcha y apagado.
- Control de las funciones manipulables del equipo.
- Manipulación de archivos y directorios.
- Herramientas de desarrollo de aplicaciones.
- Comunicación con otros sistemas.
- Información de estado.
- Configuración de la propia interfaz y entorno.
- Intercambio de datos entre aplicaciones.
- Control de acceso.
- Sistema de ayuda interactivo.

Para acceder al sistema, es necesario que se registren o den de alta por un administrador, el cual ingresará a los operadores autorizados para que hagan uso del sistema, dicho entorno solicita el nombre de usuario y contraseña, previamente cargado por un administrador. Figura 4



Figura 4. Pantalla de configuración de nueva cuenta de acceso.

Una vez que se ha dado de alta un nuevo usuario la pantalla para ingresar es como se muestra en la figura siguiente. Figura 5

La siguiente figura muestra el entorno de control para seis pozos de manera simultánea. Figura 8.



Figura 5. Pantalla de ingreso de usuario.

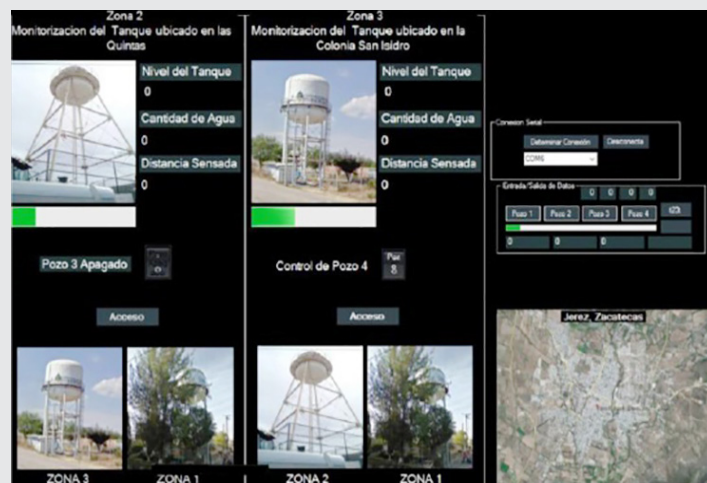


Figura 8. Interfaz de control de algunos pozos para el control de las bombas de distribución dentro del municipio de Jerez [5].

Una vez ingresado al sistema, el usuario puede seleccionar cualquier pozo para su visualización y/o control, pudiendo observar el nivel de dicho pozo y la temperatura a la cual están trabajando las bombas, que con las especificaciones necesarias, se puede determinar si están trabajando bajo condiciones normales. Figuras 6 y 7.

El control de las bombas se realiza mediante programación e interconexión de PLC, simplemente como interruptores de encendido apagado, y con sus correspondientes etapas de potencia. Dicho PLC y la conexión con el circuito receptor de control se muestra en la figura 9.



Figura 6. Vista individual de un pozo (zona 1) [5].

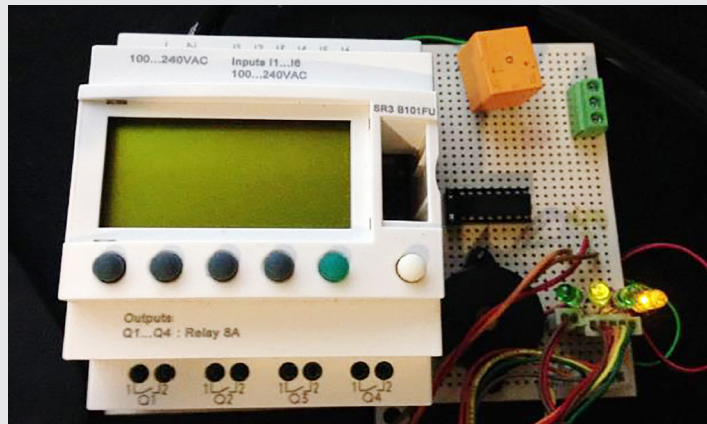


Figura 9. Conexión del Módulo PLC SR3 B101FU



Figura 7. Vista individual de un pozo (zona 2) [5].

CONCLUSIONES

La aplicación de este sistema de transferencia de datos tiene una gran funcionalidad ya que la comunicación entre los dispositivos se pudo sincronizar de forma adecuada, además de su bajo consumo de energía, manejo fácil de la interfaz, bajo costo de instalación, aunado a esto, ofrece un control bilateral eficiente y sofisticado al sistema de distribución de agua potable de la ciudad. Todo lo anterior para disminuir el desabasto de agua potable debido al mal manejo en la activación y/o desactivación de las bombas, ya que se hace manualmente y sin ningún control o registro sobre las mismas, por lo tanto, debido a errores o fallas humanas el sistema de distribución presenta frecuentes fallas.

Con los resultados obtenidos se espera lograr un avance tecnológico en cuanto a los métodos utilizados para controlar los sistemas de distribución de agua potable de cada municipio logrando una mayor eficiencia, exactitud, control y así mismo mostrar los datos exactos para un control estadístico confiable con el cual se pueda generar planes de ahorro ante sequías y planes de apoyo a localidades aledañas.

REFERENCIAS

Fuentes electrónicas

[1] Arduino. *Manual de funciones de programación*. <http://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>. 17 de Noviembre del 2015.

[2] Arduino. *Arduino-Xbee-Shield*. <http://www.arduino.cc/en/pmwiki.php?n=Guide/ArduinoXbeeShield>. Última Consulta: 17 de Noviembre del 2015. Arduino. *Arduino UNO*. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. Última consulta: 17 de Noviembre del 2015.

[3] DIGI. *DIGI International Inc*. <http://www.digi.com/lp/xbee/>. Última consulta: 17 de Noviembre del 2015.

[4] <http://www.digi.com/lp/xbee/>

[5] <https://www.google.com.mx/maps/place/Jerez+de+García+Salinas,+Zac>.

[6] Maxim Integrated. *DS18B20*. <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>. última Consulta: 17 de Noviembre del 2015.

[7] SENSORES. *Sensor Ultrasónico*. https://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_ultras%C3%B3nico. Última Consulta: 17 de Noviembre del 2015.

Artículos de Revistas Científicas

[8] Alvarado M. Pedro, Arceo Olague José G. (Octubre 2013). *Redes inalámbricas de sensores para el monitoreo de sistemas de agua potable*. eek', 7 y 8