

Monitoreo del consumo de agua para evitar desperdicio

Ing. Mario Daniel Cervantes Guerrero¹, M. en C. José Manuel Cervantes Viramontes², Dra. Ana Lourdes Aracely Borrego Elías³, Dra. Pilar Cecilia Godina González⁴, Dr. Francisco Javier Martínez Ruíz⁵, Dr. Eduardo García Sánchez⁶

Resumen: en este trabajo se explica el monitoreo el consumo de agua para detectar pérdidas en tuberías y desperdicio de agua mediante medidores de flujo. Usando sensores ultrasónicos se puede realizar la medición de niveles de agua en cisternas y tinacos. Para posteriormente mediante sensores de flujo monitorear el estado del flujo del agua y detectar fugas en el sistema.

Palabras clave: monitoreo, previsión de fugas, transmisión de información.

Introducción

En una red de suministro de agua doméstica, las fugas no detectadas muchas veces llegan a durar largos periodos de tiempo, causando un desperdicio del líquido. En ciudades con clima desértico, este problema es aún más grave, pues los yacimientos de agua potable son más escasos y es necesario concientizar sobre el uso efectivo del agua, adoptando acciones, prácticas y tecnológicas para el ahorro de este recurso vital [1].

Descripción del Método

Teoría:

Se puede tener una medición de los niveles de agua en cisternas y tinacos mediante el uso de sensores ultrasónicos de bajo costo [2], y es posible detectar tuberías rotas y fugas en la tasa del baño, o cualquier desperdicio de agua mediante la medición de flujo en las tuberías de entrada de la toma de la red de alimentación. También es posible saber la disponibilidad de agua en el hogar a través de las mediciones de los niveles de agua en la cisterna y tinaco, mostrando en una pantalla el estado actual de los niveles de suministro en el sistema. Esta información será almacenada en registros para su futura comparación y transmisión. En caso de detectar que las reservas de agua son inferiores a las del consumo diario, se priorizará el uso sobre servicios como el WC o cocina, y se racionará el uso en servicios de menos importancia como jardinería, lavadora o regaderas. Cualquier diferencia entre la cantidad suministrada y la cantidad de agua consumida será interpretada como una fuga, y se tendrán accionadores para cortar el suministro de agua en la sección donde esta se detecte. El sensado de las tuberías usará módulos de transmisión para mantener al usuario informado sobre el estado actual del suministro mediante IoT. Tal como podemos observar en la Figura 1.

¹ Ing. Mario Daniel Cervantes Guerrero, Maestría en Ciencias del Procesamiento de la Información, Universidad Autónoma de Zacatecas.

² M en C. José Manuel Cervantes Viramontes, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas.

³ Dra. Ana Lourdes Aracely Borrego Elías, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas.

⁴ Dra. Pilar Cecilia Godina González, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas.

⁵ Dr. Francisco Javier Martínez Ruíz, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas.

⁶ Dr. Eduardo García Sánchez, Unidad Académica de Ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Zacatecas.

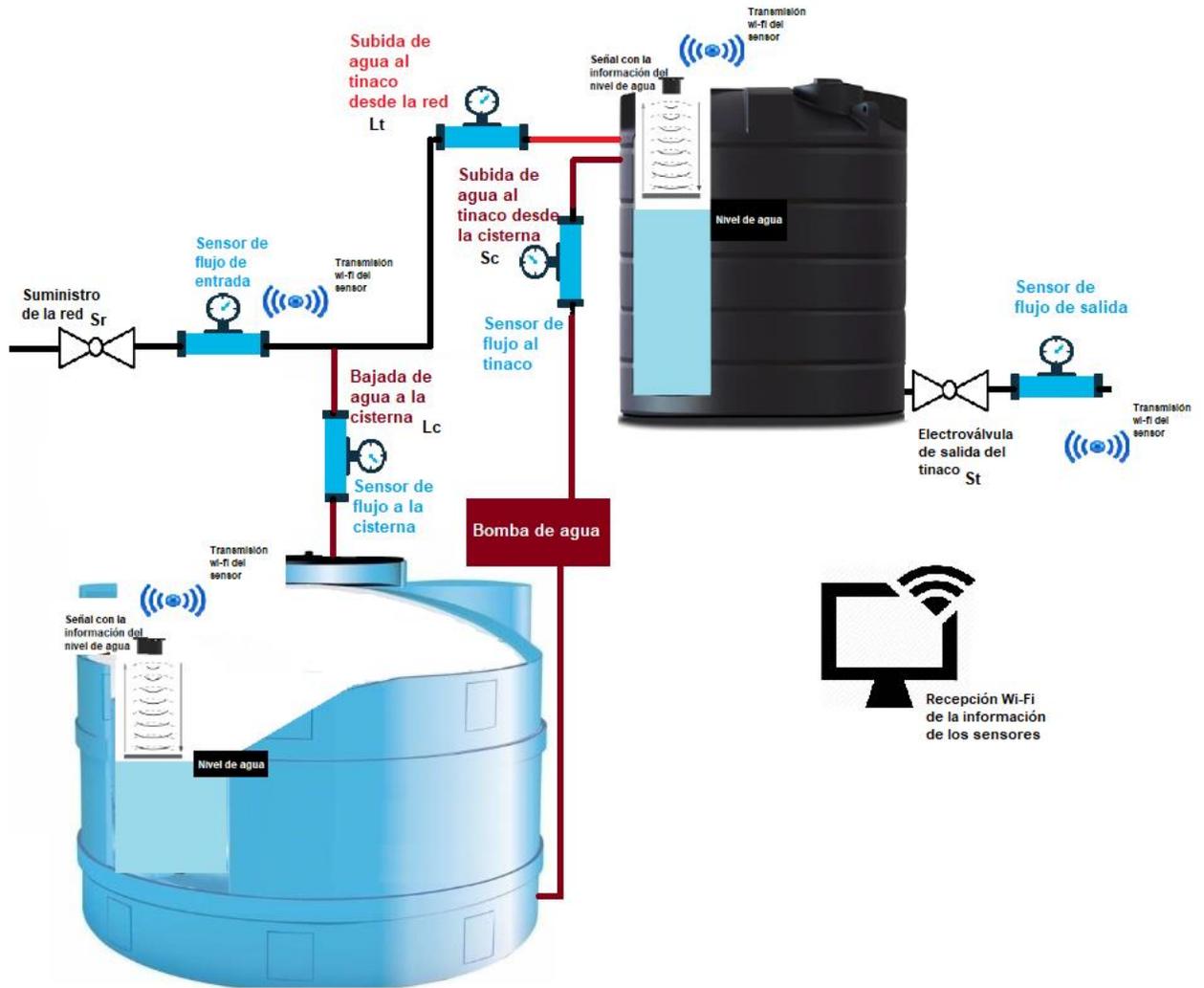


Figura 1. Diagrama de funcionamiento.

Cálculos:

Como podemos observar en la figura, nos vamos a concentrar en cinco variables: el suministro de la red, denominado S_r , el suministro de la red al tinaco, denominado L_t , el suministro de la red a la cisterna, denominado L_c , el suministro de la cisterna al tinaco, denominado S_c , y la salida del sistema, la cual es el agua consumida por el usuario, denominada como S_t . Cualquier cambio en los niveles de agua que no coincidan con los niveles de agua medidos en los flujos de las tuberías, se interpreta como pérdida de agua en el sistema por fugas.

Por ejemplo, una fuga en el suministro de agua se interpretaría con la siguiente fórmula:

$$S_r \neq L_t + L_c$$

Donde la suma del agua suministrada a la cisterna sumada al agua suministrado al tinaco desde la red, es diferente y menor al agua suministrada por la red.

Mientras que una fuga en la línea que llena al tinaco desde la cisterna, se explicaría con la siguiente fórmula:

$$\text{Nivel inicial en el tinaco} + L_t + S_c - \text{Nivel final del tinaco} \neq S_t$$

El número de fórmulas explicando fugas puede crecer utilizando más sensores de flujo, pero todos los casos pueden ser explicados como una fórmula matemática para posteriormente ser programada en el controlador del sistema.

Práctica:

En la Figura 1, se explica el diagrama resumido del funcionamiento del sistema. La entrada al sistema será el Suministro de la red. El sistema estará sensando el flujo de agua de entrada para obtener un valor de referencia para el valor de entrada del sistema. Se prestará atención al sensor de flujo conectado a la salida de la bomba para asegurarnos de que no está trabajando al vacío, para cerciorarnos de que el agua sube al tinaco, porque la bomba trabajando sin agua puede dañarse. Contaremos con sensores ultrasónicos en cisterna y tinaco midiendo los niveles de reserva de agua, y realizando una conversión de los valores del sensor a litros almacenados. Toda esta información será transmitida vía Wi-Fi a una unidad de procesamiento la cual será la encargada de mantener al usuario informado sobre los niveles actuales de consumo y reservas de agua almacenadas.

Asimismo, contaremos con sensores de flujo de salida que funcionará para mantener una referencia del consumo de agua actual. Podemos agregar más sensores de flujo para obtener información exacta sobre la ubicación de la fuga. En caso de leer que existe una pérdida en los niveles de agua ya sea en cisterna o tinaco sin obtener lecturas de flujo de agua en los sensores de las válvulas de salida del tinaco, el sistema lo interpretará como una pérdida, y cortará el suministro automáticamente.

Comentarios Finales

Uno de los retos no previstos en el sistema fue la selección de baterías de larga vida útil y bajo consumo en estado estático para mantener en funcionamiento los sensores de nivel en tinacos y cisternas. Una batería estilo polímero de litio con salida de 3.7 voltios presenta una vida útil muy larga, y una sola puede abastecer al sistema de monitoreo por dos semanas gracias a su bajo consumo energético. Un banco de baterías podría alimentar al sistema por un año completo sin necesidad de recargarse ni de cambios.

Es importante hacer énfasis en que es conveniente mantener una lectura a la salida de la bomba de agua que sube el líquido de la cisterna al tinaco, porque puede traer graves fallas, incluso dañar a la bomba, si este se acciona y trabaja en vacío. Causando una pérdida monetaria en uno de los elementos de mayor costo en el sistema.

Los resultados experimentales mostraron que el uso de sensores ultrasónicos fue el más efectivo para mantener una medición constante sobre los niveles de suministro de agua en cisterna y tinaco. Se eligieron sensores ultrasónicos a prueba de agua para este experimento gracias a la facilidad de realizar mediciones, el poco ruido que presentan en sus mediciones, y al estar interactuando con sistemas hidráulicos, es imperiosa su necesidad de ser a prueba de agua.

Se simuló fugas en las tuberías desconectando uno de los sensores y permitiendo la salida de agua, un cambio no sentido en los niveles de agua se interpretó como fuga, como se explica en la sección de cálculos. Si se quiere un monitoreo más riguroso sobre la ubicación de la fuga, es posible agregar sensores de flujo en cocina, jardines, baños y cuarto de lavado. Aplicando la misma metodología, cualquier cambio en los niveles que no sea detectado como flujo en ninguna de las aplicaciones del sistema, se interpretará como pérdida, y mediante el uso de electroválvulas se cortará el suministro solamente en la zona donde se detectó la fuga.

También cabe resaltar, que una de las principales fugas en las casas, sucede en la taza baño, en la válvula sapo, causado por el desgaste del material y el zarro. Entonces es de vital importancia mantener el monitoreo del flujo sobre esa sección, mandando un aviso al usuario en caso de un flujo constante e ininterrumpido en ese sensor.

Referencias Bibliográficas

[1] Keramitsoglou, K. M., & Tsagarakis, K. P. (2011). Raising effective awareness for domestic water saving: evidence from an environmental educational programme in Greece. *Water Policy*, 13(6), 828-844.

[2] Fisher, D. K., & Sui, R. (2013). An inexpensive open-source ultrasonic sensing system for monitoring liquid levels. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 15(4), 328-334.