



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI

**GESTIÓN, CALIDAD Y DESARROLLO
EN LAS FACULTADES DE INGENIERÍA**

**CARTAGENA, COLOMBIA
18 al 21 de septiembre de 2018**



AQUASMART, LA SOLUCIÓN MECATRÓNICA AL MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS

**Juan Pablo Morales García, Henry William Peñuela Meneses, María Elena Leyes
Sánchez**

**Universidad Tecnológica de Pereira, Empresa Smartech Ingeniería
Pereira Risaralda, Colombia**

Resumen

Las diversas opciones que son posibles en el desarrollo de recursos de agua, pueden beneficiar a diversos grupos en forma heterogénea, el objetivo general sería maximizar los beneficios obtenidos de la utilización y control del recurso, condicionado por la cantidad de agua que deba ser suministrada o controlada, así como la necesidad de proteger o mejorar su calidad. Se describe entonces, como desde la mecatrónica se puede aprovechar conceptos innovadores como la integración de tecnologías estructurado bajo la definición de Internet de las cosas (IoT), en un manejo eficiente de procesos de tratamiento y calidad del agua en sistemas acuícolas.

Se expone un hardware de campo, compuesto por dispositivos que permitan la medición de variables pertinentes, atendiendo la necesidad de la autonomía energética, considerando los lugares de implementación.

Para lo relacionado con el sistema de información, se puede establecer el aprovechamiento de los datos en la nube, para procesar reportes, almacenamiento, así mismo como la amigabilidad en entorno de la respectiva aplicación móvil, tendiente a un monitoreo permanente y el pertinente condicionamiento de alarmas.

Palabras clave: Aquasmart; recurso hídrico; mecatrónica

Abstract

The diverse options that are possible in the development of water resources, can benefit diverse groups in a heterogeneous way, the general objective would be to maximize the benefits obtained from the use and control of the resource, conditioned by the amount of water that must be

supplied or controlled, as well as the need to protect or improve its quality. It is described then, as from the mechatronics one can take advantage of innovative concepts such as the integration of structured technologies under the definition of the Internet of Things (IoT), in an efficient management of water treatment and quality processes in aquaculture systems.

It exposes a field hardware, composed of devices that allow the measurement of relevant variables, meeting the need for energy autonomy, considering the places of implementation.

For what is related to the information system, it is possible to establish the use of the data in the cloud, to process reports, storage, as well as the friendliness in the environment of the respective mobile application, tending to permanent monitoring and the pertinent conditioning of alarms.

Keywords: *Aquasmart; water resource; mechatronics*

1. Introducción

En la actualidad, se considera que es labor de las áreas de ingeniería además de impartir conocimiento, orientarlo a la solución de distintos requerimientos que realiza el entorno regional y social en el cual se habita. Los recursos hídricos a una escala global, componen un gran potencial en la administración y la automatización de procesos que se ven referenciados en el manejo de la diversificación que se alcanza en varias áreas del saber.

Colombia y en particular el área de influencia del eje cafetero, cuenta con grandes afluentes, que benefician la labores agroindustriales presentes en la región, y por esto, es motivo recurrente, idear soluciones tendientes a integrar el componente de innovación, en la tecnificación y aprovechamiento del mismo, cuidando de manera rigurosa el recurso natural, garantizando su continuidad en el tiempo y mejorando los procesos, con el fin de propender por su conservación. En este avance en investigación, se presenta un proyecto desarrollado por la figura universidad - empresa, afianzando el aprendizaje basado en proyectos como respuesta a la actualización de metodologías educativas, donde el estudiante obtiene el rol principal en su aprendizaje, sorteando cada una de las dificultades existentes, apropiándose de conceptos tales como: buscar, ensayar, investigar, probar, que los conduzcan a alcanzar un objetivo específico, que pueda resolver una necesidad presente en su entorno, buscando siempre la conservación y el uso racional y eficiente del recurso hídrico.

2. Diseño mecatrónico de dispositivo Aquasmart

En el desarrollo del dispositivo, se evidencia varias etapas que conforman su implementación. A continuación se enumeran las siguientes:

- Tecnologías involucradas

Es un proyecto de integración de tecnologías estructurado bajo el concepto de Internet de las cosas (IoT) que involucra sistemas embebidos, sensores de variables fisicoquímicas,

comunicaciones en campo de corto y gran alcance, energía solar, sistemas de información soportados en la nube y aplicaciones móviles.

Este proyecto está orientado fundamentalmente al manejo eficiente de los procesos de tratamiento y calidad del agua, sistemas acuícolas y en general, cualquier otro proceso que requiera obtener información permanente, pertinente y práctica que permita la toma de decisiones oportunas y evite eventualmente desastres ambientales y pérdidas económicas inherentes a los procesos de producción acuícola.

- Construcción Física (Hardware de campo)

Su estructura está conformada por un microcontrolador encargado de realizar todas las tareas requeridas por el sistema, compuesto por sondas de medición continua y circuitos de acondicionamiento de señales eléctricas, la calibración y puesta a punto de las sondas de medición, se realiza a través de una pantalla táctil portable que permite la comunicación HMI.

El dispositivo de medición dispone de un sistema de alimentación mediante un panel solar y una batería recargable, lo que permite una autonomía energética. También dispone de una memoria SD extraíble que permite almacenar los datos en caso de que la red de campo falle.



Figura 1. Prototipo Completo de Aquasmart.

La conexión a la nube se realiza mediante diferentes medios físicos y protocolos estándar, estos medios pueden ser WIFI, Lora Wan o sigfox, dependiendo de la disponibilidad de la red en campo, por tal motivo la arquitectura del sistema en campo permite la configuración de redes de múltiples dispositivos de forma local (LAN) o amplia (WAN). Los protocolos para transferencia de datos soportados pueden ser HTTP (Hypertext Transfer Protocol) o MQTT (Message Queue Telemetry Transport).

Otra característica fundamental del bloque de hardware es la autonomía energética la cual se fundamenta en un sistema fotovoltaico con gestión eficiente de generación y almacenamiento, que permite obtener su propia energía eléctrica para funcionar las 24 horas del día, reduciendo costos de instalación generados por infraestructura cableada.

El firmware que hace todo esto posible, está basado en Arduino cuyo entorno de programación comprende las librerías necesarias para el procesamiento de datos y manejo de los diferentes dispositivos periféricos involucrados.

- Sistema de información

Se compone de un servidor de aplicaciones ubicado en la nube, con los servicios y componentes de software necesarios para los procesos de toma de reportes, almacenamiento o persistencia de datos, interoperabilidad con las aplicaciones móviles, sistema de alertas mediante correo electrónico y mensajes de texto y presentación de información a los usuarios.

El servicio de toma de reportes o Daemon recibe por un puerto por conexiones de los clientes, en este caso los dispositivos en campo, cabe resaltar que está diseñado como un sistema multihilo, por lo tanto, puede atender múltiples dispositivos al tiempo, el servicio toma el reporte de las variables, las selecciona, etiqueta y posteriormente las almacena en la base de datos.

Python fue el lenguaje elegido para desarrollar este servicio en su totalidad, debido a sus potentes y estables funciones orientadas a servicios en red cliente - servidor.

Otro servicio se encarga de vigilar periódicamente que los valores obtenidos en los reportes se encuentren dentro de los rangos establecidos por los usuarios y genera alertas mediante mensajes de texto y correos electrónicos en caso de que estos valores se excedan.

La interoperabilidad para el intercambio de información entre el servidor y la aplicación móvil de monitoreo se realiza mediante una API REST (Representational State Transfer) la cual es una interfaz que se utiliza entre sistemas que trabajan sobre HTTP para obtener datos o generar operaciones sobre estos datos en formatos tales como XML (eXtensible Markup Language) o JSON (Javascript Object Notation). Esto permite que sistemas que se encuentren en diferentes dominios ej. Servidor y los dispositivos móviles puedan realizar intercambio de información.

La base de datos utiliza el motor de DB MySQL y es la encargada de almacenar la información de reportes, configuraciones de usuario, alertas, todo el sistema de autenticación de usuarios entre otros.

El sistema de presentación de información al usuario se realiza mediante una aplicación web o aplicación móvil nativa soportada actualmente solo en Android. En ella se muestran reportes en tiempo real de forma numérica y gráfica, igualmente se despliegan Charts de tendencia e históricos, gráficas estadísticas, comparativas y formularios para configuraciones de usuario tales como, umbrales de alarma, rangos de medida, etiquetado de variables, unidades de ingeniería, contraseñas etc.

El diseño del sistema de información está basado en el estilo de arquitectura de software MVVM (Model-View View Model) y utiliza tecnologías web actuales como HTML5, CSS, Javascript, Angular4, PHP5. Para la aplicación móvil se utiliza el framework IONIC que permite el desarrollo de estas aplicaciones en un entorno similar al web para posteriormente compilarlas al lenguaje nativo del dispositivo. Esto permite la utilización de los mismos componentes que se utilizan en la

aplicación web tales como Charts, menús, gauges, entre otros obteniendo una mejor experiencia de usuario.



Figura 2. Prototipo Completo de Aquasmart instalado en una aplicación particular.

3. Pruebas e implementación en aplicación particular

En el grupo de investigación MECABOT en alianza con la Empresa Smartech Ingeniería, conscientes de la relación existente entre la academia y el constante desarrollo en la solución de problemas referenciados desde el sector productivo, presentan esta innovación tecnológica que responde a la monitorización de dichas variables, tendiente a conocer su comportamiento del recurso y evitar o solucionar posibles alertas, permitiendo una actuación inmediata, siendo un punto de avance en la estimación de posibles inconvenientes, que puedan desencadenar tragedias, que comprometan la conservación del agua.

En esta oportunidad está implementado en un pequeño sistema, pero lo proyectado es involucrarlo en iniciativas en los cuales se monitoree diversos recursos hídricos tales como: Ríos, lagos, arroyos y lagunas, pudiendo garantizar su preservación y de algún modo un posible uso de forma racional. Así mismo, en la determinación de presencia de sobreexplotación y contaminación provocando gran riesgo.



Figura 3. Prototipo Completo de Aquasmart instalado en una aplicación particular y pruebas de funcionamiento.

4. Conclusiones

- Se determina la utilización de este tipo de dispositivos además de estanques, en el monitoreo de fuentes hídricas de caudal moderado, para el acompañamiento a labores de desbordamiento, o incremento en nivel de agua.
- Apropiación de la tecnología en creciente auge IoT, en aplicaciones que buscan establecer seguimientos a labores en las cuales, es notoria la necesidad de automatizarse para elevar los estándares de análisis y producción.
- El aprendizaje a través de proyectos que se evidencia en este trabajo, pone de manifiesto la importancia de su avance y definición de apropiación por parte del estudiante del conocimiento.
- El modelo de trabajo universidad-empresa, garantiza que el conocimiento salga del aula y se materialice en oportunidades reales de resolución de necesidades del entorno social, así, como contribuir en la formación integral del estudiante enfocado en su proyecto de vida.

5. Referencias

- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA. Configuración del sistema de adquisición de datos mediante PC. Murcia, España. p. 18. {En línea}. {Consultado en Junio 22 de 2016}. Disponible en: URL: http://wsdetcp.upct.es/Personal/Vgarceran3/Practica_1B.pdf

- VIDAL SILVA, Cristian. PAVESI FARRIOL, Leopoldo. Desarrollo de un sistema de adquisición y tratamiento de señales. Chile. p. 8. {En línea}. {Consultado en Julio 22 de 2016}. Disponible en URL: <http://www.scielo.cl/pdf/rfacing/v13n1/art05.pdf>
- BUCHER, E., CASTRO, G., & FLORIS, V. (1997). Conservación de ecosistemas de agua dulce: Hacia una estrategia de manejo integrado de recursos hídricos. Inter-American Development Bank. .{En línea}. {Consultado en Julio 22 de 2016} <https://publications.iadb.org/handle/11319/4759>
- CASTILLO Amador, S., CRUZ, F. D. J. A., MARTÍNEZ, E. L., REYES, E. Q., TINOCO, L. R., & SILVA TORRES, I. (2017). Automatización de la Agricultura por Medio de la Mecatrónica con Energía Solar.
- VALENCIA, J. A. R., IBAÑEZ, D. A. R., & OSPINO, R. A. Sistema de adquisición de datos para el monitoreo de la calidad del agua a través de las variables de ph, conductividad, temperatura y oxígeno disuelto.
- BONILLO, A. L. (2004). Comunicación Punto a Punto vía modem GSM (Doctoral dissertation, Tesis de pregrado, Universidad Rovira i Virgili).

Sobre los autores

- **Juan Pablo Morales García.** Estudiante Ingeniería Mecatrónica. Integrante del Grupo de Investigación MECABOT, Semillero de Investigación MECABOTICA. Universidad Tecnológica de Pereira. jpmorales@utp.edu.co
- **Henry William Peñuela Meneses.** Ingeniero Electricista, Máster en Instrumentación Física. Profesor Facultad de Tecnología. Integrante del Grupo de Investigación MECABOT, Semillero de Investigación MECABOTICA. Universidad Tecnológica de Pereira tesla@utp.edu.co
- **María Elena Leyes Sánchez.** Ingeniero Electricista, Máster en Instrumentación Física. Profesor Facultad de Tecnología y Facultad de Ciencias Básicas. Integrante del Grupo de Investigación MECABOT, Semillero de Investigación MECABOTICA. Universidad Tecnológica de Pereira. mleyes@utp.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2018 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)