

Diseño e implementación para el control de sensores a través de un instrumento virtual con Arduino

J. Hernández^{1,a}, P. Méndez^{2,b}, I. S. Domínguez^{2,c}

¹Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), Facultad de Matemáticas. Yucatán, México.

²Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS) Sede Mérida, Universidad Nacional Autónoma de México – Unidad Académica Yucatán. Yucatán, México.

Fecha de recepción: 15 mayo de 2018 - Fecha de aceptación: 10 de noviembre de 2019

Resumen

En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un sistema para la adquisición y monitoreo de variables físicas del agua como: pH, temperatura, oxígeno disuelto y reducción-oxidación. Para llevar a cabo el diseño se emplearon diversos sensores; los sensores son interconectados en una plataforma Arduino UNO donde se realiza la adquisición, procesamiento y acondicionamiento de los datos adquiridos.

Una interfaz gráfica desarrollada en LabVIEW se comunica con el Arduino a través del puerto Ethernet para el monitoreo de las variables en un ambiente gráfico. Todas las variables fueron consideradas a partir de niveles idóneos para el funcionamiento de su aplicación final (tanques acuícolas), en donde al llevar a cabo el procesamiento de las variables físicas vía la plataforma Arduino y posteriormente mediante la programación en LabVIEW,

Se consiguen presentar de manera gráfica, disponiendo de una alarma la cual avisa al usuario cuando alguna medición se encuentre fuera de los rangos establecidos por el usuario. Se consiguió implementar un sistema que permita llevar a cabo la adquisición de las variables físicas en un tanque acuícola, permitiendo tener una buena retroalimentación sobre lo que puede ser mejorado en el sistema.

Palabras clave: Arduino, LabVIEW, adquisición de señales, procesamiento de señales, instrumentación virtual.

Design and implementation of a module for the control sensors through a virtual instrument with Arduino

Abstract

^aLissette.HernandezN@gmail.com

^berick.mendez@iimas.unam.mx

^cisrael.sanchez@iimas.unam.mx

The present work shows the design and implementation of a system of acquisition and monitoring of pH variables, temperature, dissolved oxygen and reduction-oxidation in water. The sensors are interconnected in an Arduino UNO platform that performs the acquisition, processing and conditioning of the data. A graphical interface developed in LabVIEW communicates with the Arduino through the Ethernet port for the monitoring of variables in a graphical environment.

All the variables were considered from suitable levels for the operation of their final application (aquaculture tanks), where when carrying out the processing of the physical variables via the Arduino platform and later through the programming in LabVIEW, they are able to present graphically, having an alarm which alerts the user when any measurement is outside the ranges established by the user. It was possible to implement a system that allows the acquisition of the physical variables in an aquaculture tank, allowing good feedback on what can be improved in the system.

Keyword: Arduino, LabVIEW, signals acquisition, signals processing, virtual instrumentation

Introducción

En la actualidad, analizar el agua ya sea para potabilización, tratamiento o cualquier otro uso de la misma, es necesario medir las variables fisicoquímicas que ayuden a mantener la calidad y características requeridas para su uso establecido; lo que permitirá la toma de decisiones basados en datos confiables, de manera ágil, y en un tiempo de respuesta adecuado.

Uno de los principales problemas que se tiene en los sistemas de adquisición comerciales es que no todos cumplen con los requerimientos del usuario final o que no son ad-hoc para los requerimientos puntuales de medición. Lo que da cabida a la creación de sistemas de adquisición específicos para variables deseadas, permitiendo cumplir los requerimientos del usuario y posibles modificaciones desde el punto de vista tecnológico. También permite la autonomía y garantía de las mediciones de forma concreta con un porcentaje de confiabilidad y repetitividad notable, más una escalabilidad tecnológica en Software y Hardware.

En la literatura existen múltiples trabajos que describen diseños y su aplicación en diversas áreas; Vaca y Morocho [1] describen un proyecto enfocado al desarrollo de una aplicación para el internet de las cosas, donde es implementado un prototipo para el

monitoreo de un acuario mediante el uso de las plataformas Raspberry Pi y Arduino, para el monitoreo de los parámetros del acuario, Arduino utiliza sensores de pH, conductividad eléctrica, humedad ambiental, luz y temperatura en el agua para obtener y enviar información a una base de datos que se encuentra almacenada en la Raspberry Pi; donde en una aplicación en Android se permite visualizar los parámetros y las alarmas.

Así mismo Tobar y Vinueza [2] presentan el diseño e implementación de una boya oceanográfica la cual sirve para la captura de parámetros como la temperatura, humedad, pH, conductividad y salinidad; y estos a su vez son presentados a través de una interfaz web, haciendo uso de las plataformas Raspberry Pi y Arduino para la captura de los datos provenientes de los sensores.

El presente trabajo propone un módulo el cual permite el monitoreo de los parámetros principales en el análisis del agua, utilizando los sensores de Temperatura, Oxígeno, pH y REDOX/ORP (Reduction–Oxidation/Oxidation Reduction Potential), la cual está conformada por 3 elementos básicos: interfaz de usuario, hardware y medio de comunicación.

Metodología

El sistema de monitoreo permite la medición de los principales parámetros físico-químicos del agua (pH, Oxígeno Disuelto, Temperatura y REDOX) de forma semiremota, cuya función es capturar las muestras con cada uno de los sensores y enviarlas vía Ethernet estableciendo una conexión a través del puerto 8080, al ordenador con el objetivo de ser visualizadas por medio de una interfaz, permitiendo al usuario acceder a la información en forma

directa sin necesidad de estar frente al módulo de medición. El sistema será capaz de adquirir señales físicas, llevar a cabo su procesamiento y poder representar su valor alfanumérico, así como graficarlo y llevar a cabo una línea de tiempo.

La figura 1 muestra el diagrama del sistema de adquisición de datos, para que las señales puedan ser monitoreadas en una interfaz [Hernández, 2018].

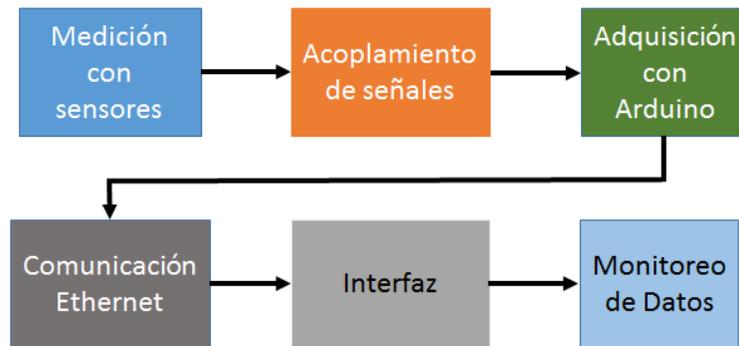


Figura 1. Diagrama de adquisición de las señales (Hernández, 2018)

La figura 2 ilustra el flujo de las señales a través del sistema, a continuación, se explica paso a paso el proceso del flujo de las señales.

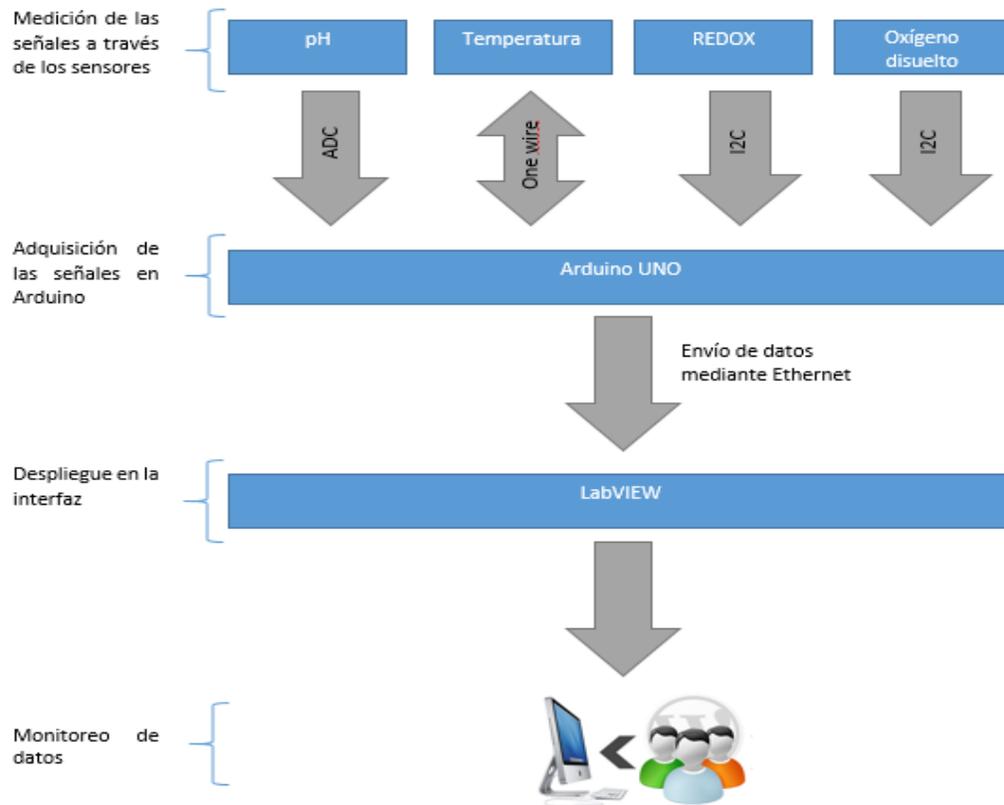


Figura 2. Flujo de las señales a través del sistema (Hernández, 2018)

El Arduino captura los datos para ser procesados, posteriormente, estos serán enviados al programa desarrollado en LabVIEW donde los valores son procesados para el monitoreo de las variables.

Para la recolección de las señales a través de los sensores se requiere considerar las características para cada sensor, como son:

1. Sensor temperatura: es un sensor digital que utiliza el protocolo OneWire para comunicarse, este protocolo permite enviar y recibir datos utilizando un solo cable [3].
2. Sonda de pH: El sensor seleccionado es un elemento pasivo que detecta una pequeña corriente eléctrica generada por la actividad de los iones de Hidrógeno [4].
3. Sonda de oxígeno disuelto: es un dispositivo pasivo que genera un

pequeño voltaje de 0mV a 47mV dependiendo de la saturación de oxígeno de la membrana de detección de HDPE (High Density Polyethylene) [5].

4. Sonda de ORP (*Oxidation-Reduction Potential*): es un dispositivo pasivo que detecta voltajes pequeños generados en el agua ionizada [6].

En la etapa de acoplamiento las mediciones de los sensores pasan por un circuito para ser convertidas en señales digitales:

1. La sonda de pH se conecta a un circuito acoplador PH meter V1.1.
2. La sonda de oxígeno disuelto y la sonda ORP se conectan utilizando un conector BNC a un circuito llamado “EZO D.O. Circuit” y “EZO ORP Circuit” respectivamente, que están

diseñados para convertir la señal analógica en digital y luego enviarla por puerto serial mediante los pines de RX y TX que posee, mediante el protocolo I2C.

Conversión Analógico/digital: las señales digitalizadas son recibidas y procesadas por el Arduino.

La señal digital obtenida de una señal analógica en el Arduino tiene dos propiedades fundamentales:

- El valor en voltios se define 0 y 1. En nuestro caso es tecnología TTL (0 – 5V)
- Resolución analógica, cuyo número de bits que usamos para representar con una notación digital una señal analógica, Arduino Uno tiene una resolución de 10 bits, es decir, unos valores entre 0 y 1023.

Envío-recepción: En este proceso el Arduino empaqueta las señales y son enviadas a través del puerto Ethernet mediante el protocolo TCP/IP.

Para la conversión alfanumérica: los datos llegan en forma de bytes y son convertidos a una cadena con los valores alfanuméricos de cada una de las variables separadas por un salto de línea.

En la etapa de Monitoreo: para poder ser visualizados los datos de manera gráfica es necesario convertir la cadena con los valores de la señal a un número Punto Flotante de Doble Precisión, ya que de esta forma Labview puede interpretar la información recibida y graficarla. En la figura 3 se muestra la descripción modular del hardware del sistema desarrollado y empleado para la adquisición de las señales. El Hardware cuenta con la conexión de los sensores y sus respectivos circuitos de acondicionamiento, así como también del módulo Ethernet, todos conectados a la placa Arduino UNO [Hernández, 2018].

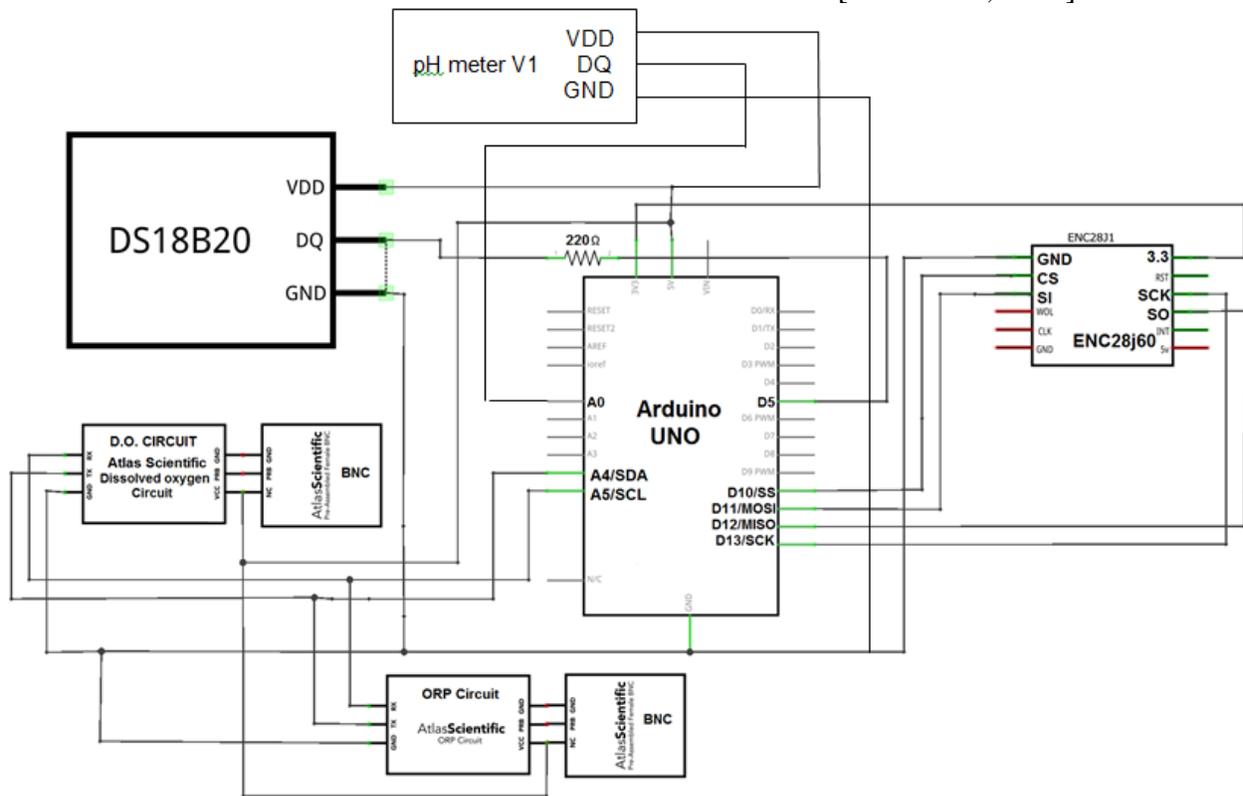


Figura 3. Circuito de conexión del Hardware (Hernández, 2018)

A continuación, se muestra el diagrama de flujo del software del sistema (figura 4), donde constan las funciones principales de éste programa: En cada una de las etapas se aprecia cómo se van realizando las mediciones y la adquisición de las mismas, aunque en el diagrama se muestra de forma lineal, en la realidad las mediciones son hechas en forma paralela debido al tipo de conexión de cada uno de los sensores, algunos usan entradas digitales, analógicas, logrando con ello que se pueda leer más de una señal a la vez [Hernández, 2018].

INTERFAZ DE USUARIO

Para el desarrollo del programa en LabVIEW, primeramente, se realizó el enlace entre el programa y el Arduino con el objetivo de recibir los datos, la manera que se comunican

es a través del puerto Ethernet utilizando el protocolo TCP/IP. En la figura 5 se presenta el segmento de código en LabVIEW para entablar la comunicación entre Arduino y LabVIEW.

Los datos enviados desde el Arduino hacia LabVIEW llegan en forma de bytes, en la figura 6 se muestra que LabVIEW espera 2500 ms(milisegundos) para que los datos sean recibidos, determinando que el número de bytes a leer sea un máximo de 100, con el modo de comportamiento de lectura CR/LF(carriage return/line feed) especificando que tendrá que esperar a leer todos los bytes que lleguen o hasta que la función reciba un CR seguido de un LF o hasta que se termine el tiempo de espera, el valor que devuelve dicha función es una cadena.

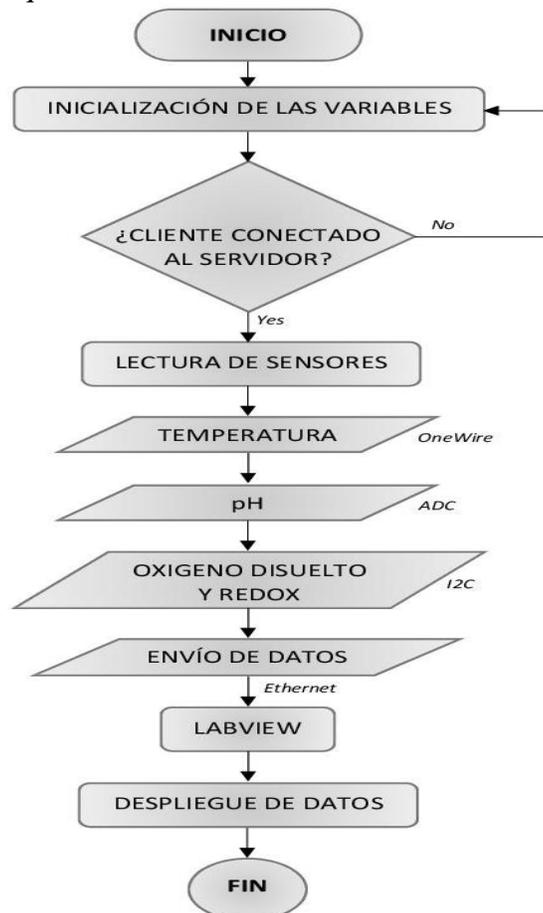


Figura 4. Diagrama de software del sistema completo (Hernández, 2018)

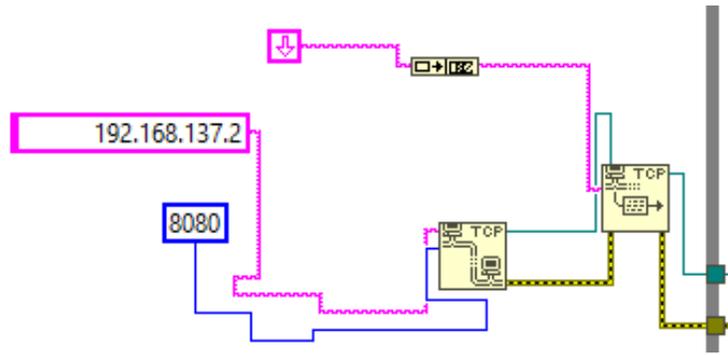


Figura 5. Diagrama de bloques en LabVIEW para la comunicación Ethernet con el Arduino

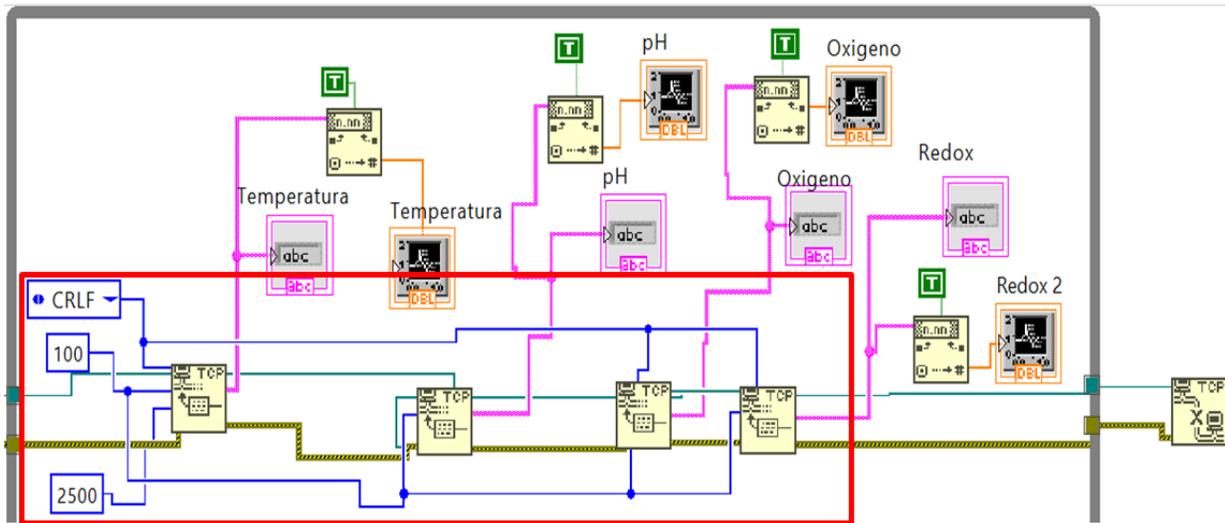


Figura 6. Conversión de datos a cadenas con valores alfanuméricos en LabVIEW (Hernández, 2018)

TIEMPO DE CÓMPUTO

Fueron consideradas las mediciones de los tiempos para la evaluación del sistema, el

proceso máquina, así como el tiempo de muestreo de cada uno de los sensores en

Arduino como se aprecia en la figura 7 [Hernández, 2018].

RESULTADOS

Para la realización de las pruebas de comunicación y funcionamiento del sistema, además para efectos de monitoreo en el área de acuicultura se hizo el montaje en una boya, en donde se conectaron los cuatro sensores y la tarjeta de red al Arduino y a su vez a la computadora, también se llevaron a cabo las calibraciones correspondientes de cada sensor. Para el monitoreo de los datos de los sensores en el PC; se creó una interfaz que adquiere y despliega las variables formato numérico como se muestra en la figura 8 [Hernández, 2018].

La interfaz también cuenta con el despliegue de las gráficas de los valores obtenidas de los sensores como se muestra en la figura 9, además de poder crear un valor constante que sirve para monitorear la variación de las variables alrededor de dicho valor [Hernández, 2018].

En la figura 10 se muestra la realización de las pruebas en el estanque acuícola de donde se obtuvieron las mediciones correspondientes.

También se hicieron las mediciones del tiempo de lectura del Arduino y LabVIEW, en donde se considera el tiempo desde que se inició la primera lectura hasta concluir la última lectura realizada, como se ilustra en la figura 11 [Hernández, 2018].

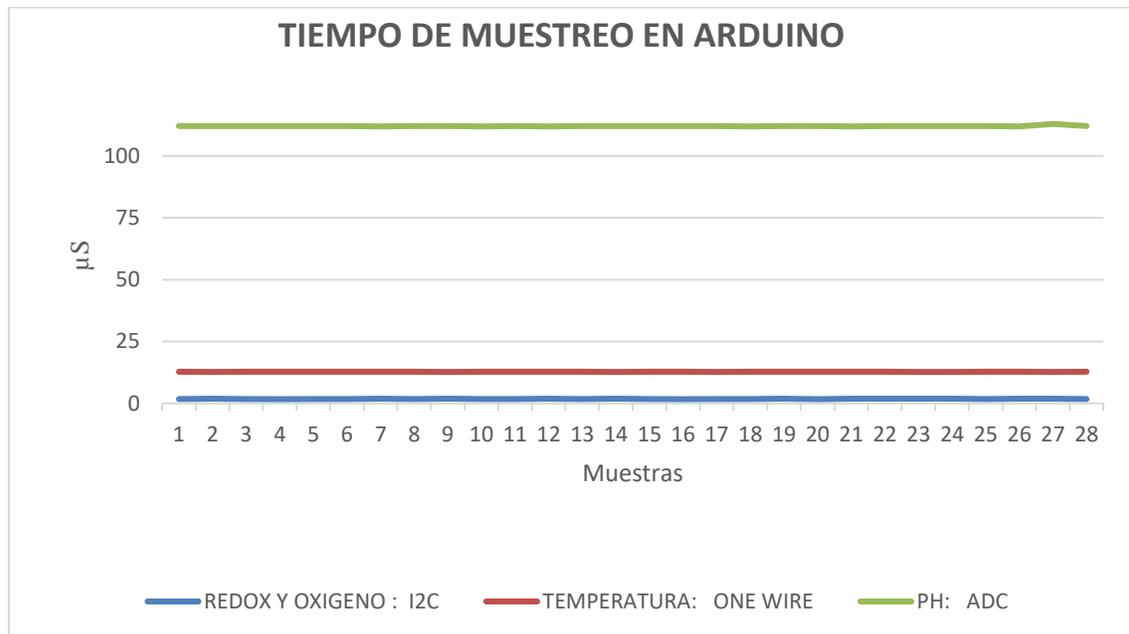


Figura 7. Gráfica del tiempo de muestreo de los sensores en Arduino (Hernández, 2018)



Figura 8. Pantalla principal de la interfaz (Hernández, 2018)

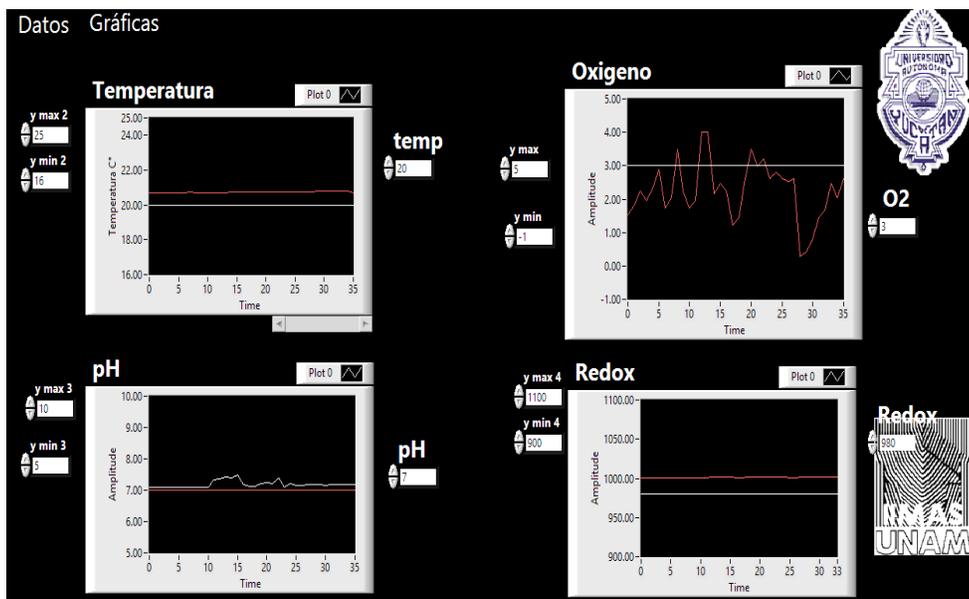


Figura 9. Pruebas en estanque acuícola (Hernández, 2018)



Figura 10. Pruebas en estanque acuícola (Hernández, 2018)

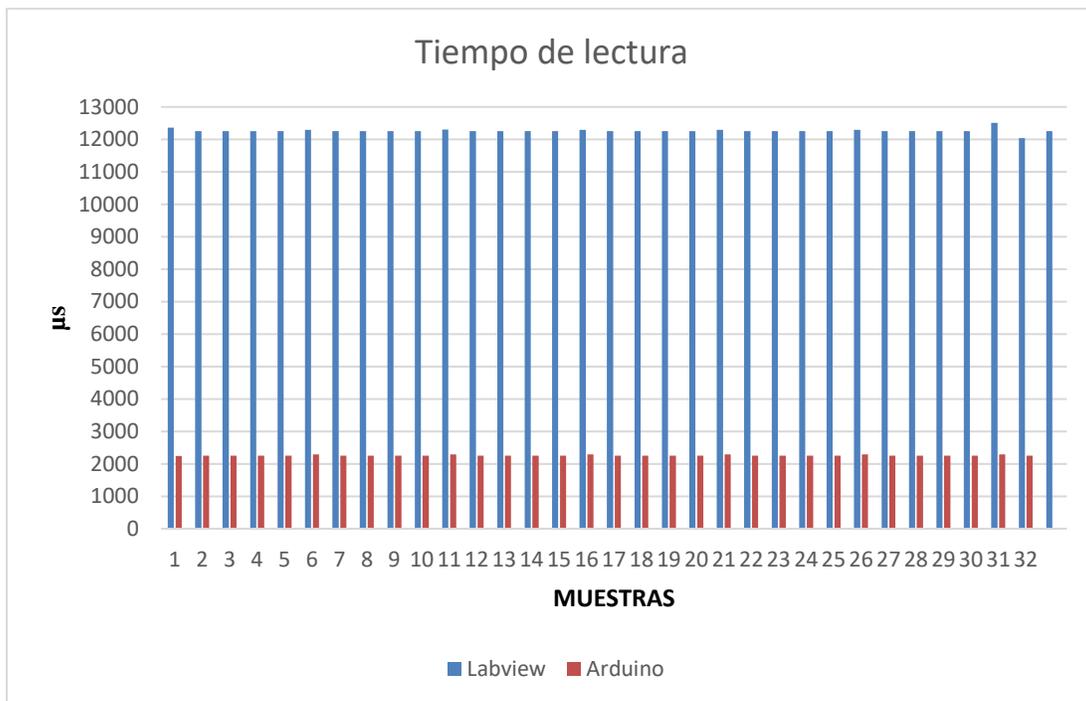


Figura 11. Gráfica de tiempos de lectura en Arduino y LabVIEW (Hernández, 2018)

Conclusiones

La utilización de dispositivos embebidos y sistemas de desarrollo ingenieril (Arduino y LabVIEW) permitió darle al sistema una mayor autonomía, robustez, confiabilidad y repetitividad a sistemas de adquisición, garantizando con ello el correcto

funcionamiento de los sensores empleados que cumplieron los requerimientos del usuario final. Las pruebas de cada uno de los sensores, permitieron demostrar que era factible trabajar con todos a la vez, sin riesgos de entrar en conflicto, ya sea con el Arduino o al momento de enviar las señales a LabVIEW.

La interfaz permite mostrar las mediciones de los cuatro sensores de forma alfanumérica y de manera gráfica permitiendo tener un histórico de las mediciones realizadas, ya que esta información queda guardada en la memoria del sistema.

El tiempo de procesamiento de las señales en Arduino es menor que el procesamiento que se lleva a cabo en LabVIEW, de acuerdo con las pruebas realizadas de tiempos de

procesamiento podemos determinar que el sistema tiene robustez, estabilidad y repetitividad.

Actualmente, este trabajo cuenta con un prototipo beta, capaz de funcionar en una granja acuícola de pequeña escala, también la interfaz permite generar un historial que posibilita al usuario hacer uso de este cuando lo necesite.

Referencias

1. Vaca, C. R., & Morocho, D. F. (30 de Noviembre de 2016). *Repositorio Digital - EPN*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2016, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16904>
2. Tobar, Á. E., & Vinuesa, C. A. (13 de Abril de 2017). *Repositorio Dspace*. Recuperado el 27 de Abril de 2017, de Telemetría de boya meteorológica costera con software y hardware libre: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/38481>
3. Maxim Integrated. (s.f.). Recuperado el 20 de Enero de 2017, de: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf>
4. DFROBOT. (11 de Marzo de 2017). *Robot Wiki*. Recuperado el 19 de Noviembre de 2016, de: [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter\(SKU:_SEN0161\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/PH_meter(SKU:_SEN0161))
5. Scientific, A. (8 de Septiembre de 2016). Recuperado el 20 de Noviembre de 2016, de: http://www.atlas-scientific.com/files/datasheets/probe/DO_probe.pdf
6. Atlas Scientific. (27 de Julio de 2017). el 25 de Agosto de 2017, de Atlas Scientific: https://www.atlas-scientific.com/files/datasheets/circuit/ORP_EZO_datasheet.pdf
7. Hernández Núñez J.L. (2018). "Diseño e implementación para el control sensores a través de una Interfaz con Arduino". Tesis de Licenciatura. Facultad de Matemáticas. Universidad Autónoma de Yucatán, México.