

Centro de monitoreo de piscinas de camarones de bajo costo desarrollado con TICS

Low-cost shrimp pond monitoring center developed with ICTs

Miguel G. Molina ¹, Carolina J. Molina ²

¹Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, miguel.molinar@ug.edu.ec.

² Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, carolina.molinar@ug.edu.ec.

(2022). Centro de monitoreo de piscinas de camarones de bajo costo desarrollado con TICS. *STRATEGOS Research Journal*, 2(2), 1-19.

Resumen

En la acuicultura, el crecimiento del camarón y la salud se ven afectados por los cambios en los parámetros ambientales y de calidad del agua. Actualmente, los datos de parámetros se recopilan manualmente. Este artículo propone una red de sensores inalámbricos para recolectar automáticamente datos relacionados con parámetros de agua en granjas de camarón. Una topología de malla se utilizó en la implementación de la red. Esta topología aumenta la confiabilidad de transmisión de datos. Para reducir el consumo de energía, los módulos de hardware disponibles con el modo de ahorro de energía se utilizaron. Los nodos fueron colocados en plataformas flotantes para recolectar y transmitir datos de temperatura del agua a diferentes velocidades. La red de sensores fue probada en entornos de laboratorio y campo (tanques y granjas). Los resultados obtenidos hasta la fecha son alentadores y demuestran las posibilidades de explotar hardware electrónico de bajo costo para aplicaciones de la acuicultura inteligente.

Palabras clave: acuicultura; sensores; redes inalámbricas; parámetros; TICS.

Abstract

In aquaculture, shrimp growth and health are affected by changes in environmental and water quality parameters. Currently, parameter data is collected manually. This paper proposes a wireless sensor network to collect automatically water parameter related data in shrimp farms. A mesh



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

1

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

topology was used in the network implementation. This topology increases data transmission reliability. To reduce power consumption off-the shelf hardware modules with energy saving mode were used. Nodes were placed on floating platforms to collect and transmit water temperature data at various rates. The sensor network was tested in lab and field environments (tanks and farms). The results obtained so far are encouraging and demonstrate the possibilities of exploiting low-cost electronic hardware for smart aquaculture applications.

Keywords: aquaculture; sensor; wireless network; parameters; TICS.

Introducción

El camarón representa el segundo rubro de ingreso de exportaciones para Ecuador; y de la producción total de camarón, la especie *litopenaeus vannamei* (camarón blanco) representa el 95%. Ecuador vende 400 millones de libras anuales de camarón, incluyendo productos de valor agregado (ECUADOR, 2014). Solo en el mes de abril del 2014, el país obtuvo un ingreso aproximado de 200 millones de dólares en la exportación del camarón (CNA, 2014). En entornos acuícolas, el crecimiento del camarón se ve afectado por las condiciones climáticas y la contaminación del agua (Petriella & Boschi, 1997). Así mismo, la forma como se cultiva el camarón: cría intensiva, uso indiscriminado de químicos, tóxicos y antibióticos, tiene influencia directa en la aparición de enfermedades (Bravo, 2002). Por esto, es indispensable el monitoreo continuo de parámetros ambientales y químicos para mantener la calidad del agua en niveles adecuados para el cultivo de camarón; caso contrario, las enfermedades se pueden propagar rápidamente y generar una caída en los niveles de producción. Según (FAO, 2012) en 2010, 1,7 millones de toneladas de camarón se perdieron en China por contaminación del agua y enfermedades; y en 2011, brotes de enfermedades acabaron con gran parte de la producción de camarón. El uso de sistemas de monitoreo con múltiples sensores ya fue propuesto por Shen et al. (2009) para evaluar la calidad de agua en acuicultura. Este sistema estuvo basado en redes neuronales requiere altas capacidades de procesamiento de datos. La transmisión inalámbrica de datos y procesamiento off-line fueron sugeridos usando tecnología GPRS (Hua, De-an, W, Y, & L, 2010). Estos enlaces punto a punto utilizan la infraestructura de telefonía celular. Una alternativa de bajo coste es la tecnología Zigbee (Sun & Zhang, 2009), basada en el estándar IEEE 802.15.4. Un trabajo previo utilizando esta tecnología fue presentado en (Simbeye, Zhao, & Yang, 2014). El sistema propuesto consistía en varios nodos con sensores y un nodo coordinador. En esta arquitectura, cada nodo transmite información al nodo coordinador de manera independiente. En este artículo reporta el avance en el diseño e implementación de una red de sensores inalámbricos, donde cada nodo está ubicado sobre una plataforma flotante. En el diseño propuesto no existe nodo coordinador. Cada nodo envía



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial- SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

2

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

información al nodo más cercano, eventualmente la información llega a su destino. Es tipo de red, usualmente referida como red malla, tiene la ventaja de ser redundante, auto-regenerable y auto-configurable (Copas, 2010). A fin de demostrar la utilidad de la red en la medición de la temperatura del agua, se realizaron pruebas en la Estación Experimental del Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM-ESPOL). Para implementar nuestro diseño se utilizaron módulos de radiocomunicación de bajo costo que emplean la tecnología ZigBee y el protocolo DigiMesh. Esta combinación, permite crear una red con topología malla utilizando todos los nodos. Adicionalmente, es posible configurar cada módulo a modo inactivo para ahorrar energía. El costo y uso de energía es importante porque en países productores, la mayor cantidad de acuicultores realizan esta actividad a baja escala y el acceso a las redes de energía y comunicación es limitada. (Chen, 2013)

El proyecto se basa en poder mantener estable la vida del camarón, usando los conocimientos obtenidos en clase mediante redes, realizando investigaciones se obtiene información necesaria pero no suficiente a la vida del camarón y sus diferentes etapas por lo que se procedió a contactar a diferentes camaronerías para poder conocer más del proceso. Se conoce que el camarón necesita tener diferentes tipos de temperatura en ciertos horarios, al realizar estos cambios de temperatura también existe cambios en el pH y en la salinidad del agua, los niveles teóricos encontrados se los guardaría en una base de datos implementada por el grupo.

Los cambios en la temperatura existen porque los camarones se alimentan a una temperatura aproximada entre 28° a 31° C, éste caso existe cuando son épocas calurosas pero cuando son frías se eleva la temperatura a unos 38° a 44°, así mismo existen temperaturas intermedias para otros casos, existiendo estas variaciones de temperatura, su pH y salinidad varían para poder tener estable el agua, para monitorear estas variaciones utilizaremos un arduino para poder realizar la captura y envío de información, los sensores que se usaría serían: sensor de salinidad que funciona a temperaturas de 10° a 30° y sensor de temperatura que trabaja a un rango de medición de entre -55° a 150° los cuales son enviados como voltajes por el transmisor. (Instruments, 2012)

Todos los valores recibidos por el receptor, se los envía al programa creado para que muestre en tiempo real mediante una gráfica, los cambios de temperatura y salinidad que existen en el agua. Para realizar la muestra de la información se procede a usar un software llamado LabView para poder realizar una interfaz de fácil uso para el usuario final y de esa forma poder observar mejor los valores recibidos.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

3

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Luego de mostrar los diferentes niveles de temperatura que tiene el agua, pueden existir casos en el que su nivel no se encuentra en el rango recomendado para el proceso ya se de alimentación o estable, por lo que con el software se puede implementar una acción de alarma en el cual pueda enviar un pulso para encender leds en caso de requerir subir o bajar la temperatura.

Para llevar a cabo todo el proyecto, se debe tomar en cuenta muchos valores teóricos y prácticos de prueba, por motivos de que según el ambiente en el que se encuentre, todo puede variar drásticamente.

Metodología

Este artículo se enfoca en el diseño de un prototipo de monitoreo de temperatura y salinidad del agua que permite el desarrollo del camarón en tiempo real, a partir de un diseño que utiliza diferentes elementos de Tecnologías de la información y comunicación.

A continuación, mencionaremos los elementos TICs que han sido utilizados para diseñar este primer prototipo experimental de monitoreo:

Arduino (*Ver Figura 1*) es una placa con un microcontrolador de la marca Atmel y con toda la circuitería de soporte, que incluye, reguladores de tensión, un puerto USB (En los últimos modelos, aunque el original utilizaba un puerto serie) conectado a un módulo adaptador USB-Serie que permite programar el microcontrolador desde cualquier PC de manera cómoda y también hacer pruebas de comunicación con el propio chip.

Mediante las entradas analógicas podemos obtener datos de sensores en forma de variaciones continuas de un voltaje. Las salidas analógicas suelen utilizarse para enviar señales de control en forma de señales PWM. Arduino UNO es la última versión de la placa, existen dos variantes, la Arduino UNO convencional y la Arduino UNO SMD. (Arduino, 2016)



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

4

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Figura 1

Vista Frontal de la placa del circuito Arduino UNO.



Características del Arduino Uno

Según la página web oficial de Arduino estas son las principales características de Arduino Uno. Arduino (2016):

- Voltaje de funcionamiento 5V
- Voltaje de entrada (recomendado) 7-12V
- Voltaje de entrada (limite) 6-20V →
- Pines E/S digitales 14 (6 proporcionan salida PWM)
- Pines de entrada analógica 6
- Intensidad máxima por pin 40 mA
- Intensidad de pin 3.3V 50 mA
- Memoria Flash 32 KB (ATmega328) de las cuales 0.5 KB las usa el gestor de arranque (boot loader)
- SRAM 2 KB (ATmega328)
- EEPROM 1 KB (ATmega328)
- Velocidad de reloj 16 MHz



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

5

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

- Chip Conversor de USB serie 16 USB a serie 16U y un Atmega 328p como microcontrolador principal.

Sensor LM35

El LM35 es un sensor de temperatura (*Ver Figura 2*) con una precisión calibrada de 1 °C. Su rango de medición abarca desde -55 °C hasta 150 °C. La salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10 mV, por lo tanto:

- 150 °C = 1500 mV
- -55 °C = -550 mV
- Opera de 4v a 30v.

El LM35 no requiere de circuitos adicionales para calibrarlo externamente. La baja impedancia de salida, su salida lineal y su precisa calibración hace posible que esté integrado sea instalado fácilmente en un circuito de control. Debido a su baja corriente de alimentación se produce un efecto de auto calentamiento muy reducido. Se encuentra en diferentes tipos de encapsulado, el más común es el TO-92, utilizada por transistores de baja potencia. Texas Instruments (2012).

Características de Sensor LM35

Sus características más relevantes son:

- Está calibrado directamente en grados Celsius.
- La tensión de salida es proporcional a la temperatura.
- Tiene una precisión garantizada de 0.5 °C a 25 °C.
- Baja impedancia de salida.
- Baja corriente de alimentación (60 µA).
- Bajo costo.

Para este Proyecto se utilizaron los siguientes elementos:

- Materiales y elementos.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

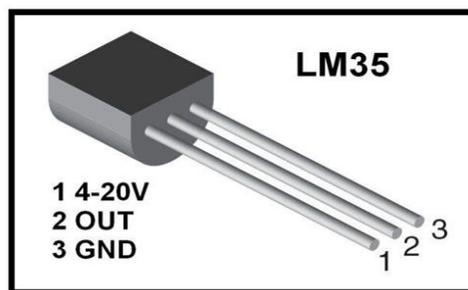
- Parámetros que se censan.
- Temperatura.
- Salinidad.
- Etapas del sistema de sensores.
- Nodos emisores.
- Nodo coordinador.
- Gestión de datos.
- Monitoreo.

Materiales y elementos

Los sensores son elementos esenciales para monitorear las variables. Los sensores captaran la información necesaria y el arduino de forma alámbrica lo enviará al programa que realicemos. La red utilizada es de tipo malla (Arduino (2016)), donde el coordinador será uno solo y estará conectado con los otros nodos correspondientes. Los dispositivos sensores a usar son el LM35 que es un sensor de temperatura [Véase Fig.2] .UPV(2003) , con una precisión calibrada de 1 °C, su rango de medición abarca desde -55 °C hasta 150 °C, la salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10 mV; el otro sensor es el de salinidad, tiene bajo consumo de energía y alta sensibilidad, con este módulo de sensor se puede detectar la electro conductividad del líquido, trabaja con voltajes de 5V / 3.3V y corrientes de 20 mA, funciona con temperaturas de 10 a 30 °C y tiene un rango cuadrado de detección de 40mm x 16mm [Véase Fig.3] CMA(2016).

Figura 2

Integrado LM35 (Sensor de temperatura)



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

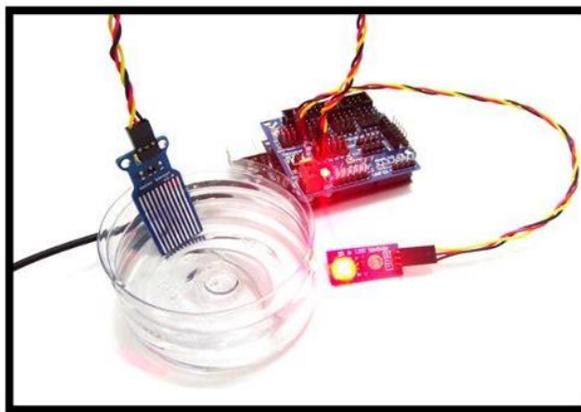
7

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Figura 3

Sensor de agua



Parámetros que se sensan.

A.1. Temperatura

La temperatura del agua afecta a la densidad, viscosidad, solubilidad de los gases y en particular a la del oxígeno, así como la velocidad de las reacciones químicas y bioquímicas de piscinas camaroneras. Cada especie de camarón tiene capacidad para resistir un rango específico de temperatura y dentro de este mismo rango existe una temperatura óptima para su crecimiento y reproducción. Estos rangos óptimos pueden cambiar a medida que crecen los camarones. *Litopenaeus Vannamei* tiene un rango óptimo de 28 a 30 °C. (Monserrate, 2015)

A.2. Salinidad

Salinidad es la concentración total de todos los iones disueltos expresados en partes por mil (ppt) en el agua. Las sales en solución cambian la naturaleza física y química del agua. La salinidad está determinada principalmente por sólidos disueltos, como: fosfatos, bicarbonatos, sulfatos, nitratos y otros. Altas salinidades pueden afectar el funcionamiento de algunos procesos fisiológicos del crecimiento y la reproducción de las especies; las larvas y juveniles son más susceptibles a cambios de salinidades. (Monserrate, 2015)



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

8

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Etapas del sistema de sensores.

C.1. Nodos emisores

Se utilizan 2 dispositivos finales, cada uno de los nodos está conformado por un sensor y un Arduino, en la cual reenvía al coordinador los datos.

C.2. Nodo coordinador

Cuenta con un Arduino que con un cable USB los reenvía al PC por medio del USB.

C.3. Gestión de datos

El PC al que va unido el dispositivo coordinador, se encarga de procesar y mostrar los datos de los diferentes sensores en tiempo real, mediante el software de monitoreo [Véase Fig.3].

Figura 4

Monitoreo y salida de datos



Monitoreo

Los valores recibidos por los sensores se deben registrar y almacenar en un lugar para poder realizar comparaciones en un futuro, además el valor de la temperatura se debe poder presentar



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

9

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

para ver el nivel que tiene cada piscina. Para esto usaremos pequeñas interfaces como prototipo antes del proyecto final, en el cual podremos observar mediante una gráfica en tiempo real, las variaciones de temperatura y salinidad en cada piscina. Se debe tomar en cuenta estos valores porque los camarones tienen ciertas temperaturas cuando van a comer, es por esto por lo que se va a representar de forma gráfica los valores.

Las gráficas presentadas van a ser Temperatura vs Tiempo y Salinidad vs Temperatura, estos factores fueron tomados en cuenta porque el camarón debe mantener estable cada uno de ellos para poder sobrevivir, además también se toma en cuenta el proceso de alimentación y la temperatura va a variar un poco para este caso.

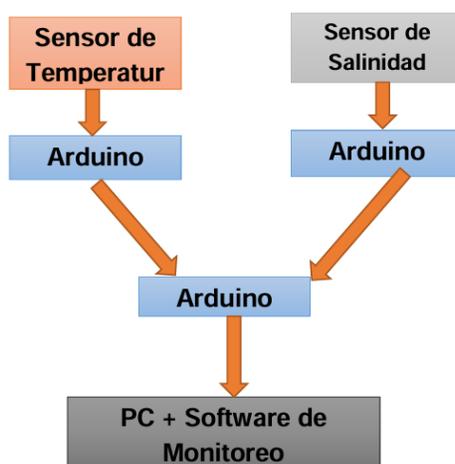
Diseño del Sistema

Los sensores captarán la información necesaria y el arduino de forma alámbrica lo enviará al programa que realicemos. La red utilizada es de tipo malla, donde el coordinador será uno solo y estará conectado con los otros nodos correspondientes.

El diagrama de bloque de la conexión del sistema es el siguiente:

Figura 5

Diagrama de Bloques del Monitoreo



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

Descripción de cada etapa

Nodos Emisores

Se utilizará 2 dispositivos finales, como se puede ver en el diagrama de bloques. Cada uno de los nodos está conformado por un sensor y un Arduino, en la cual reenvía al coordinador los datos.

Nodo coordinador

Cuenta con un Arduino que con un cable USB los reenvía al PC por medio del USB.

Componente Gestión de Datos

El PC al que va unido el dispositivo coordinador, se encarga de procesar y mostrar los datos de los diferentes sensores en tiempo real, mediante el software de monitoreo.

Implementación

Circuito del Sensor de Temperatura

Dispositivos que utilizar:

Sensor de temperatura LM35

Arduino UNO

Figura 6

Circuito del Sensor de Temperatura



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Descripción del circuito

El LM35 es un sensor de temperatura digital. A diferencia de otros dispositivos como los termistores en los que la medición de temperatura se obtiene de la medición de su resistencia eléctrica, el LM35 es un integrado con su propio circuito de control, que proporciona una salida de voltaje proporcional a la temperatura.

Para hacernos el termómetro lo único que necesitamos es un Arduino conectado a éste para que nos muestre el voltaje equivalente a temperatura.

El LM35 funciona en el rango de alimentación comprendido entre 4 y 30 voltios.

Los valores de mediciones lo almacenaremos y procesaremos en el Arduino. El sensor de temperatura lo usaremos para observar si se necesita refrigerar altas temperaturas de las piscinas o bien para aumentar la temperatura si el caso amerita para mantenerlo estable. La salida del LM35 es lineal con la temperatura, incrementando el valor a razón de 10mV por cada grado centígrado. El rango de medición es de -55°C (-550mV) a 150°C (1500 mV). Su precisión a temperatura ambiente es de 0,5°C. Los pines extremos del LM35 son para alimentación, mientras que el pin central proporciona la medición en una referencia de tensión, a razón de 10mV/°C. El código necesario para realizar la lectura es simple. Simplemente leemos el valor de tensión mediante la entrada analógica, y traducimos el valor a grados celsius usando la relación 10 mV/C.

Circuito del Sensor de Salinidad

Dispositivos que utilizar:

Sensor de agua de alta sensibilidad



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

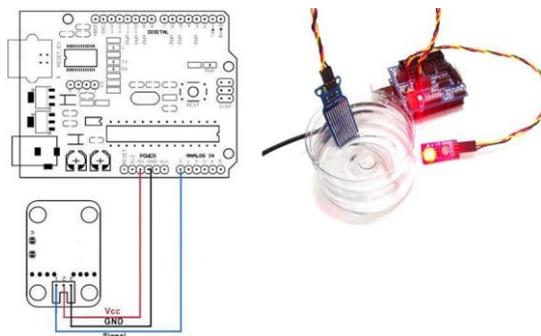
12

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

Figura 7

Circuito Sensor de Salinidad



Descripción del circuito

Este circuito funcionará con los pines de E / S digitales del Arduino o se puede usar con los pines analógicos para detectar la cantidad de contacto inducido por el agua entre las trazas de tierra y sensor. El sensor usado tiene bajo consumo de energía y alta sensibilidad. Con este módulo de sensor se puede detectar el electro conductividad del líquido. Trabaja con voltajes de 5V / 3.3V y corrientes de 20 mA. Funciona con temperaturas de 10 a 30 °C y tiene un rango cuadrado de detección de 40mm x 16mm. Si el nivel de agua supera el valor de advertencia, el sistema se activará y el LED encenderá.

Se tiene en cuenta también que la superficie del agua debe estar por debajo de las líneas de estaño de plata en el módulo.

Ahora si se lo aplica a algún recipiente de agua o piscina se podrá ver como aumenta el valor al aumentar niveles de agua o sal.

Análisis de los resultados

Diseño de la Interfaz de Monitoreo

Los valores recibidos por los sensores se deben registrar y almacenar en un lugar para poder realizar comparaciones en un futuro, además el valor de la temperatura se debe poder presentar



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

para ver el nivel que tiene cada piscina. Para esto usaremos pequeñas interfaces como prototipo antes del proyecto final, en el cual podremos observar mediante una gráfica en tiempo real, las variaciones de temperatura y salinidad en cada piscina. Se debe tomar en cuenta estos valores porque los camarones tienen ciertas temperaturas cuando van a comer, es por esto que se va a representar de forma gráfica los valores.

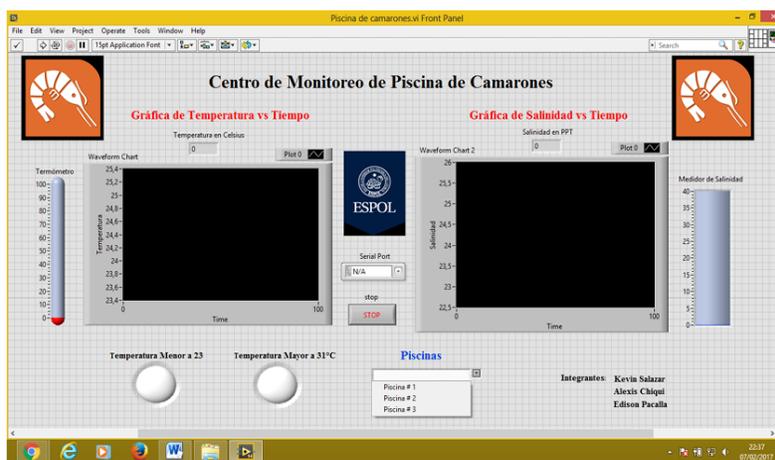
Las gráficas presentadas van a ser Temperatura vs Tiempo y Salinidad vs Temperatura, estos factores fueron tomados en cuenta porque el camarón debe mantener estable cada uno de ellos para poder sobrevivir, además también se toma en cuenta el proceso de alimentación y la temperatura va a variar un poco para este caso.

A continuación, mostraremos las interfaces de prototipo que usaremos para poder representar los valores, para el proyecto usaremos 1 piscina como prueba y podremos representar las 2 gráficas de la piscina.

Tomando en cuenta solo 1 piscina, en la imagen principal mostraríamos la siguiente interfaz (Ver Figura 8) que realizarán funciones diferentes.

Figura 8

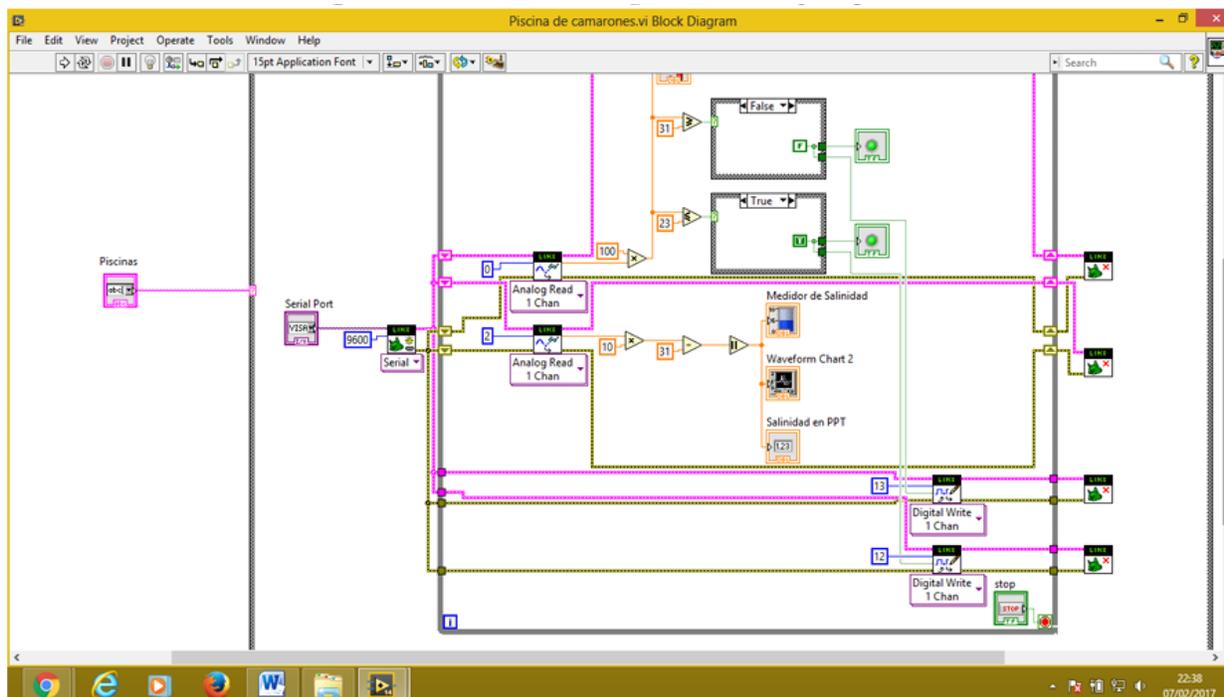
Pantalla Principal de la interfaz



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

Figura 10

Pantalla del diagrama de bloques parte 2



Proceso ejecución en tiempo real

Se presenta el programa en ejecución de prueba (Ver Figura 9) mostrando gráficas con valores recibidos por el arduino. El programa ejecutará el código el cuál mostrará los valores presentando en tiempo real los datos en la gráfica.

Por el momento, en el programa de prueba se muestran las gráficas que logran obtener el arduino de los sensores, muestra las medidas de temperatura estable para los camarones, y podremos enviar una señal en este caso un led se encendería en caso de que la temperatura no esté a un nivel estable.



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

Figura 11

Pantalla que muestra en tiempo real la captura de la información de los sensores



Conclusiones

Finalmente debemos tener en cuenta que este sistema indicador de parámetros de piscina camaronera es un modelo a escala, y para tener en cuenta la implementación de forma real es necesario equipos sensores de tamaño más grande y que trabajen con una mayor fuente de energía.

Los valores de temperatura arrojados estaban dentro del rango establecido anteriormente, esto correspondía básicamente al valor de la temperatura ambiente.

Para el indicador de salinidad se toma en consideración que dicho sensor detecta los niveles de cantidad de sal que existe en un solo punto de toda el área de la piscina. Este dispositivo fue colocado en la parte central del área para tener un valor promedio de salinidad.

Referencias bibliográficas

A low cost closed recirculating system for the production of live bait shrimp. (s.f.). Obtenido de https://www.was.org/documents/meetingpresentations/aa2011/aa2011_0091.p
Arduino. (2016). Home. Recuperado el marzo de 2017, de home: <http://www.arduino.cc/>



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

17

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

- Bravo, e. (2002). La industria camaronera en el ecuador. Ponencia presentada en "globalización y agricultura. Jornadas para la soberanía alimentaria. Recuperado el marzo de 2017, de la industria camaronera en el ecuador. Ponencia presentada en "globalización y agricultura. Jornadas para la soberanía alimentaria: <http://www.edualter.org/material/sobirania/enlace7.pdf>.
- C.dum, w. (2005). Fundamentals of industrials process control. Obtenido de <https://doc.lagout.org/electronics/fundamentals%20of%20industrial%20instrumentation%20and%20proces%20control%20%5bby%20william%20dunn%5d.pdf>
- Chen, d. L. (2013). Computer and computing tecnologies in agriculture vii. Obtenido de https://hal.inria.fr/ifip_aict-420/hal-01222095/file/bfm_978-3-642-54341-8_1.pdf
- Cma. (2016). Sensor de salinidad. Recuperado el marzo de 2017, de sensor de salinidad: http://cma-science.nl/resources/dealers/es/manuals/ml_sensors/ml66mes.pdf
- Cna. (2014). Exportaciones por mercado y país comparativo acumulado a abril 2014 cámara nacional de acuicultura. Recuperado el marzo de 2017, de [http://www.cna-ecuador.com/estadisticas-cna/camaron/1334 camaron-abril-2014](http://www.cna-ecuador.com/estadisticas-cna/camaron/1334%20camaron-abril-2014)
- Ecuador, p. (2014). Instituto de promoción de exportaciones e inversiones. Obtenido de <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/fishing-and-aquaculture/>
- Fao. (2012). The state of the world fisheries and aquaculture 2012. Food and aquaculture organization of the united nations. Roma.
- Hua, m., de-an, z., w, x., y, z., & l, x. (2010). The design of intelligent monitor and control system of aquaculture based on wireless sensor networks . 3rd. Ieee international conference on computer science and information technology (iccsit). Vol.2.9-12. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5564771>
- Instruments, t. (2012). Home. Recuperado el marzo de 2017, de home: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>
- Laxman kanduri, r. A. (202). Food safety in shrimp. Obtenido de <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470995570.fmatter/pdf>
- Marcus, j. (2014). Radio remote-control and telemetry and their application to missiles. Elseiver. Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/book/9781483200866>
- Mathiesen, a. (2012). The state of the world fisheries and aquaculture. Recuperado el marzo de 2017, de the state of the world fisheries and aquaculture: <http://www.fao.org/docrep/016/i2727e/i2727e00.htm>.
- Monserrate, m. (2015). Control y monitoreo eficiente del ambiente en el cultivo de camarón. Recuperado el marzo de 2017, de <http://www.cna->



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

18

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>

- ecuador.com/aquaexpo/2015/aquaexpo%20el%20oro%202015/10
marita%20monserrate.pdf
- Moran, s. (s.f.). Introducing pcm telemetering systems. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=v_xlbqaaqbaj&pg=pa1&dq=telemetry+and+servers&hl=es+419&sa=x&redir_esc=y#v=onepage&q=telemetry%20and%20servers&f=false
- Patanabris, d. (1999). Telemetry pincipies. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/306929802/telemetry-principles-patranabis-pdf>
- Petriella, a., & boschi, e. (1997). Crecimiento en crustáceos decápodos. Argentina.
- Sanchez, j. (2006). Insturmentacion y control basico . Obtenido de <http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788479787592.pdf>
- Saunders, s., aragón , a., & zavalá. (2007). Antennas and propagation for wireless communication systems (2nd ed ed.). Wiley, 546 pp.
- Shen, x., & chen, m. (2009). Water environment monitoring system based on neural networks for shrimp cultivation. International conference on artificial intelligence and computational intelligence. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5376735>.
- Simbeye, d., zhao, j., & yang, s. (2014). Design and deployment of wireless sensor networks for aquaculture monitoring and control based on virtual instruments. Comput. Electron.
- Sun, j., & zhang, x. (2009). Study of zigbee wireless mesh networks. Ninth international conference on hybrid intelligent systems. Recuperado el marzo de 2017, de <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=5254462>
- Tidwell, j. H. (2012). Aquiculture production systems. Jhon wiley & sons. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=p7ocoajnr5sc&pg=pt315&dq=systems+of+control+for+shrimps&hl=es&sa=x&ved=0ahukewiayeclppbuahubzcykhctda1sq6aeiyjaj#v=onepage&q=systems%20of%20control%20for%20shrimps&f=false>
- Upv. (2003). Sensores de temperatura. Recuperado el marzo de 2017, de sensores de temperatura: http://serverdie.alc.upv.es/asignaturas/lased/2003_04/0.sens_temp/archivos/sensoresde temperatura.pdf
- Xiaojing shen, m. C. (2010). Water environment monitoring system based on neural networks for shrimp cultivation. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5376735/>
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=5254462>
- Tidwell, j. H. (2012). Aquiculture production systems. Jhon wiley & sons. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=>



Esta obra está bajo una licencia de creative commons: atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0. Los autores mantienen los derechos sobre los artículos y por tanto son libres de compartir, copiar, distribuir, ejecutar y comunicar

19

públicamente la obra.

Revista STRATEGOS. URL: <https://ug.edu.ec>