



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE  
TEMPERATURA DE AGUA EN UNA PISCINA CAMARONERA

VALAREZO MACAS JEFFERSON ALEXSIS

MACHALA  
2016



# UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE  
TEMPERATURA DE AGUA EN UNA PISCINA CAMARONERA

VALAREZO MACAS JEFFERSON ALEXSIS

MACHALA  
2016

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben NOVILLO VICUÑA JOHNNY PAUL, HERNANDEZ ROJAS DIXYS LEONARDO y JUMBO CASTILLO FREDDY ANIBAL, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA DE AGUA EN UNA PISCINA CAMARONERA, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



---

NOVILLO VICUÑA JOHNNY PAUL  
0702947409  
ESPECIALISTA 1



---

HERNANDEZ ROJAS DIXYS LEONARDO  
0923026298  
ESPECIALISTA 2



---

JUMBO CASTILLO FREDDY ANIBAL  
0704167949  
ESPECIALISTA 3



---

MOLINA RIOS JIMMY ROLANDO  
0703691980  
ESPECIALISTA SUPLENTE

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** VALAREZO MACAS JEFFERSON ALEXSIS.pdf (D21206756)  
**Submitted:** 2016-07-26 06:57:00  
**Submitted By:** jeffersito76@gmail.com  
**Significance:** 4 %

Sources included in the report:

TESIS JOSE VALLADARES COPIA.pdf (D13297548)

Instances where selected sources appear:

2

## **CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL**

El que suscribe, VALAREZO MACAS JEFFERSON ALEXSIS, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE TEMPERATURA DE AGUA EN UNA PISCINA CAMARONERA, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que él asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 21 de septiembre de 2016



VALAREZO MACAS JEFFERSON ALEXSIS  
0704839281

## RESUMEN

El presente trabajo de Investigación tiene como finalidad la implementación de un sistema de monitoreo de temperatura de agua que se produce en una piscina de crianza de camarón. Para ello se diseñó y construyó una interfaz electrónica que permite sensar la temperatura del agua cada tres minutos. Por su parte, la transmisión de los datos desde la interfaz electrónica sensora de temperatura hacia el computador se lo realiza utilizando la tecnología inalámbrica Bluetooth lo que permite garantizar el medio de transmisión en que viajan los datos.

Debido al caso práctico planteado se utilizó la metodología de desarrollo RAD (Diseño Rápido de Aplicaciones) que permite realizar proyectos a corto plazo, se encuentra estructurado en 4 etapas: Planificación de los requisitos, diseño, construcción e implementación. Así mismo se elaboró una aplicación en Visual Studio 2015 que permite recopilar y administrar la información proveniente de la interfaz electrónica, que envía los datos sobre el estado real de agua. Para una mejor percepción con respecto a la visualización de los datos se implementaron gráficas en tiempo real, temperatura mínima y máxima, logrando así que la información se encuentre disponible y almacenada en una base de datos para su posterior análisis.

**Palabras Clave:** Interfaz electrónica, Metodología RAD, Monitoreo de Temperatura, Sensor de temperatura, Tecnología Inalámbrica Bluetooth.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>- 4 -</b>
1.1. Marco Contextual	- 5 -
1.2. Problema	- 5 -
1.3. Objetivo General	- 6 -
<b>2. DESARROLLO</b>	<b>- 6 -</b>
2.1. Marco Teórico	- 6 -
2.1.2. Sensor de temperatura	- 6 -
2.1.4. Sistema de Monitoreo	- 6 -
2.1.5. Display LCD 2x16	- 7 -
2.1.6. Arduino One R3	- 7 -
2.2. Marco Metodológico	- 7 -
2.2.1. Planificación de Requisitos	- 7 -
2.2.2. Diseño	- 9 -
2.2.3. Construcción	- 10 -
2.2.4. Implementación	- 11 -
<b>3. RESULTADOS</b>	<b>- 12 -</b>
<b>4. CONCLUSIONES</b>	<b>- 13 -</b>
<b>5. RECOMENDACIONES</b>	<b>- 14 -</b>
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>- 15 -</b>
<b>7. ANEXOS</b>	<b>- 16 -</b>

## LISTA DE IMÁGENES

	<b>pág.</b>
Imagen 1. Fuente de poder de 9 Voltios a 1 Amperio fijo.....	- 16 -
Imagen 2. Display LCD de 2x16.....	- 16 -
Imagen 3. Módulo de Bluetooth HC-05.....	- 16 -
Imagen 4. Tarjeta Arduino ONE Versión R3.....	- 17 -
Imagen 5. Sensor de Temperatura Digital Model DS18B20 .....	- 17 -
Imagen 6. Cable USB AM/BM para periféricos.....	- 17 -
Imagen 7. Cables para protoboard Macho - Hembra.....	- 18 -

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>pág.</b>
Ilustración 1. Modelo de funcionamiento Sistema de Monitoreo de Temperatura .....	- 9 -
Ilustración 2. Diagrama Esquemático Interfaz Electrónica sensora de temperatura	- 10 -
Ilustración 3. Construcción del Sistema de Monitoreo de Temperatura .....	- 10 -
Ilustración 4. Construcción de la Interfaz Electrónica Sensora de Temperatura.....	- 11 -

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Requisitos del Sistema.....	- 8 -
Tabla 2. Requisitos de Interfaz Electrónica .....	- 8 -
Tabla 3. Requisitos Hardware PC.....	- 9 -

## LISTA DE ANEXOS

	<b>pág.</b>
Anexo 1. Materiales de la Interfaz electrónica. ....	- 16 -
Anexo 2. Piscinas de crianza de camarón.....	- 18 -
Anexo 3. Caso de Estudio.....	- 19 -

## 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la Informática y la Electrónica han evolucionado a pasos agigantados; así mismo, en el mercado digital circulan una gran variedad de componentes electrónicos con los cuales se pueden realizar muchas cosas. Sin duda, la electrónica se encuentra presente en la mayor parte del entorno social y es precisamente en éste campo, que se marcará la pauta para la realización del presente trabajo de investigación.

En la región costa, el sector camaronero se encuentra afectado por diversos factores ambientales que influyen en la crianza y producción del camarón. Factores como el clima, ya que en las diferentes etapas del año ya sean frías como calientes, la crianza del camarón se encuentra perjudicado de forma directa, lo que obliga a los empresarios a utilizar diversas técnicas que salvaguarden su producto con el fin de obtener rentabilidades y beneficios para los involucrados en esta rama productiva y producir camarón de excelente calidad.

La camaronera “El Cielo” ubicada en la parroquia Chacras, cantón Arenillas tiene sus indicios desde hace 10 años, lo cual hasta la actualidad se encuentra inmiscuida en la producción del camarón en cautiverio, aportando con el desarrollo de la localidad al brindar fuentes de trabajo.

Por medio de análisis al caso de estudio, se pudo identificar una serie de inconvenientes que se presentan en esta empresa, para lo cual se identificó la carencia de un sistema automatizado que permita sensar la temperatura del agua cada 3 minutos, que se produce en los estanques de crianza del camarón. Por tal motivo, se ha optado por implementar un sistema que permita monitorear y almacenar la temperatura que se produce en las piscinas, que solucione de forma adecuada ante los inconvenientes mencionados que se vienen dando de forma manual por medio de termómetros y registros en papel.

Para ello se planteó como objetivo general implementar un sistema de monitoreo de temperatura de agua, utilizando el puerto de comunicaciones bluetooth, que permita sensar y almacenar la temperatura del agua que se produce en una piscina camaronera cada 3 minutos; para que el productor pueda contar con una herramienta útil que le permita llevar un control eficiente sobre la temperatura, para así obtener la rentabilidad esperada en la producción del camarón.

## **1.1. Marco Contextual**

Actualmente la tecnología y los sistemas informáticos a lo largo del tiempo han evolucionado de manera considerable, así mismo los medios que permiten realizar la comunicación por las diferentes formas que existen en la actualidad [1]. Para ello el medio de comunicaciones Bluetooth posibilita la transmisión de datos entre dispositivos de forma confiable, lo que permite aprovechar todos los beneficios que conlleva utilizar ésta norma [2]. El sector camaronero de la región costa se encuentra influenciado por varios factores ambientales en inciden en la producción del camarón, como es el clima, puesto que puede ocasionar pérdidas irreversibles para quienes se dedican a esta labor.

Por tal motivo, la camaronera “El Cielo” de la Parroquia Chacras que pertenece al Cantón Arenillas carece de un sistema que permita realizar monitoreo de la temperatura del agua que se produce en las piscinas cada 3 minutos; donde se desarrolla el camarón de forma que se pueda llevar un control responsable y oportuno sobre esta labor. [3] Sin embargo, estas tareas se las realiza mediante termómetros que portan los trabajadores a cargo de cuidar las piscinas cada 6 horas; ésta información se la registra en una hoja de control diario de manera manual (Véase Anexo 2).

Si bien es cierto, que la temperatura óptima para el desarrollo del camarón en todas sus etapas es de entre 29 °C a 31 °C no se debe tomar a la ligera, debido a que un aumento en la temperatura puede causar la acumulación de gases tóxicos y disminución de los niveles de oxígeno en el agua, esto a su vez, produce que el camarón coma bastante y no aproveche los nutrientes del alimento; mientras que un descenso puede ocasionar que el camarón contraiga enfermedades. Cabe recalcar que la temperatura del agua puede afectar drásticamente e inclusive ocasionar la muerte en el estanque de cultivo. [4] Ocasionando que el camarón no obtenga el tamaño y peso esperado para su venta.

## **1.2. Problema**

¿Cómo implementar un sistema de Monitoreo de Temperatura que permita sensar y almacenar la temperatura del agua cada 3 minutos, que se produce en una piscina camaronera utilizando la tecnología bluetooth?

### **1.3. Objetivo General**

Implementar un sistema de monitoreo de temperatura de agua, utilizando el puerto de comunicaciones bluetooth, que permita sensor y almacenar la temperatura del agua que se produce en una piscina camaronera cada 3 minutos.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. Marco Teórico**

#### **2.1.1. RAD (Rapid Application Development)**

Es una metodología de ingeniería de software que permite desarrollar aplicaciones en periodos de tiempo corto. Además esta metodología se estructura de 4 fases para la construcción de software de calidad [5]. De tal manera que los sistemas alcancen los objetivos propuestos y sean rentables para la organización como tal.

#### **2.1.2. Sensor de temperatura**

Son dispositivos que permiten medir magnitudes físicas ya sea en líquidos o sólidos, lo que posteriormente transforman esta información en señales eléctricas que son procesados por otros dispositivos [6]. El sensor que se empleó es el sensor digital de temperatura DS18B20 sumergible con el cual permite realizar lecturas periódicas del agua desde los estanques de crianza de camarón.

#### **2.1.3. Bluetooth**

Este tipo de tecnología de bajo consumo que pertenece a las redes inalámbricas de Área Personal (WPAN), que posibilita poder transmitir información entre diferentes dispositivos mediante un enlace punto a punto [7]. Para la interfaz electrónica sensora de temperatura se utilizó el módulo de comunicación Bluetooth HC-05 que permite realizar configuraciones en modo maestro – esclavo respectivamente. Para lo cual se estableció como medio de comunicación entre el Sistema de monitoreo y la interfaz electrónica que envía las lecturas de temperatura provenientes del sensor hacia el computador.

#### **2.1.4. Sistema de Monitoreo**

El sistema de monitoreo es un conjunto de actividades encaminadas a la supervisión y control de ciertos procesos que se llevan a cabo durante un tiempo determinado [8]. Para el sistema de monitoreo de temperatura de agua se desarrolló una aplicación en

Visual Studio 2015 que recolecta los datos enviados desde el sensor teniendo como base los requisitos previos a su diseño y construcción.

### **2.1.5. Display LCD 2x16**

Es un dispositivo de salida que permite visualizar valores numéricos, símbolos y caracteres en una pantalla de cristal líquido, tanto tu precio como su consumo energético son relativamente bajos [9] . Para mostrar que la tarjeta Arduino y el sensor de temperatura, estén operando correctamente se añadió a la interfaz electrónica una pantalla LCD que muestra la temperatura actual del agua.

### **2.1.6. Arduino One R3**

Es una plataforma que posee pines de entrada y salida, que utiliza un microcontrolador ATmega328 que hace que la transferencia de datos por USB sea más rápida. Permite la programación en un entorno Java gracias a su IDE gratuito, que puede ser fácilmente descargado del sitio web del fabricante. Además puede ser instalado bajo cualquier sistema operativo como lo es Windows 7, Mac OS X, Linux en sus diferentes arquitecturas [10].

## **2.2. Marco Metodológico**

Después de realizar un análisis a la problemática del caso de estudio se ha optado por usar la metodología de desarrollo RAD, que permite resolver de manera adecuada todos requerimientos que se suscitan en el caso de estudio y así mismo utilizando los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de Ingeniería de Sistemas, ha servido de gran ayuda en el desarrollo del presente informe. Esta metodología cuenta con 4 fases que son:

### **2.2.1. Planificación de Requisitos**

La camaronera El Cielo de la parroquia Chacras perteneciente al Cantón Arenillas desea mejorar sus procesos que en ella se realizan, como es la crianza del camarón en piscinas. Es importante contar con un sistema de monitoreo de temperatura para poder llevar un control sobre el estado real del agua, dentro del cual se desarrolla el camarón en todas sus etapas.

### **Análisis del Sistema:**

En este punto en base a lo expuesto, se enumeran los requisitos para lo cual el sistema de monitoreo en la camaronera debe tener:

### **Para el Sistema:**

**Tabla 1. Requisitos del Sistema**

<b>N°</b>	<b>DETALLE DEL REQUISITO</b>
1	El sistema deberá proporcionar controles visuales para la visualización de los datos provenientes de la interfaz electrónica (Gráficas)
2	El usuario deberá tener la posibilidad de escoger el puerto serial por donde se iniciara la conexión al bluetooth de la interfaz electrónica
3	El sistema deberá permitir almacenar la temperatura sensada cada 3 minutos en una base de datos de manera automática.
4	Actualizar la lista de Puertos Seriales disponibles
5	El sistema deberá proporcionar una lista de puertos disponibles para su uso
6	El sistema deberá contar con un botón para iniciar la conexión mediante bluetooth
7	El sistema deberá contar con un botón para desconectar la conexión a bluetooth
8	El sistema deberá visualizar en pantalla la temperatura real de agua de la piscina camaronera
9	El sistema deberá visualizar en pantalla la hora en que se registró la temperatura máxima durante todo el tiempo transcurrido
10	El sistema deberá visualizar en pantalla la temperatura máxima en grados Celsius y grados Fahrenheit que se registró durante todo el tiempo transcurrido.
11	El sistema deberá proporcionar un botón para salir
Fuente: Propia.	

### **Para la interfaz electrónica sensora de temperatura:**

**Tabla 2. Requisitos de Interfaz Electrónica**

<b>N°</b>	<b>DETALLE DEL REQUISITO</b>
1	Un dispositivo sensor de temperatura de agua
2	Un módulo bluetooth para la conexión inalámbrica

3	Una pantalla LCD para la visualización de las temperaturas
4	Un circuito electrónico que se conecte con el sensor de temperatura y envíe la temperatura por el modulo bluetooth
Fuente: Propia.	

**Para el computador cliente:**

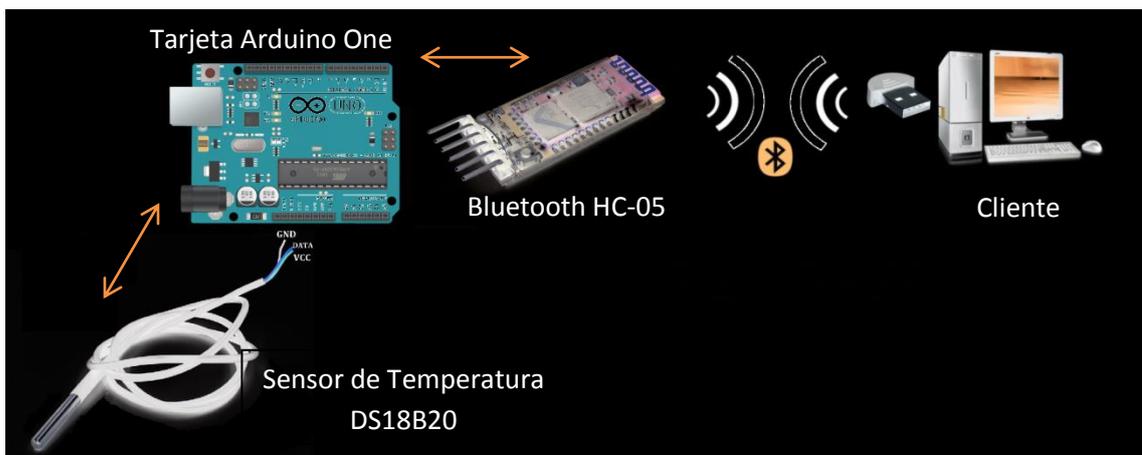
**Tabla 3. Requisitos Hardware PC**

N°	DETALLE DEL REQUISITO
1	Un dispositivo bluetooth para comunicación
2	Memoria RAM mínimo de 3 GB
3	Disco Duro de 20 GB
4	Procesador 2.5 GHz como mínimo
Fuente: Propia.	

### 2.2.2. Diseño

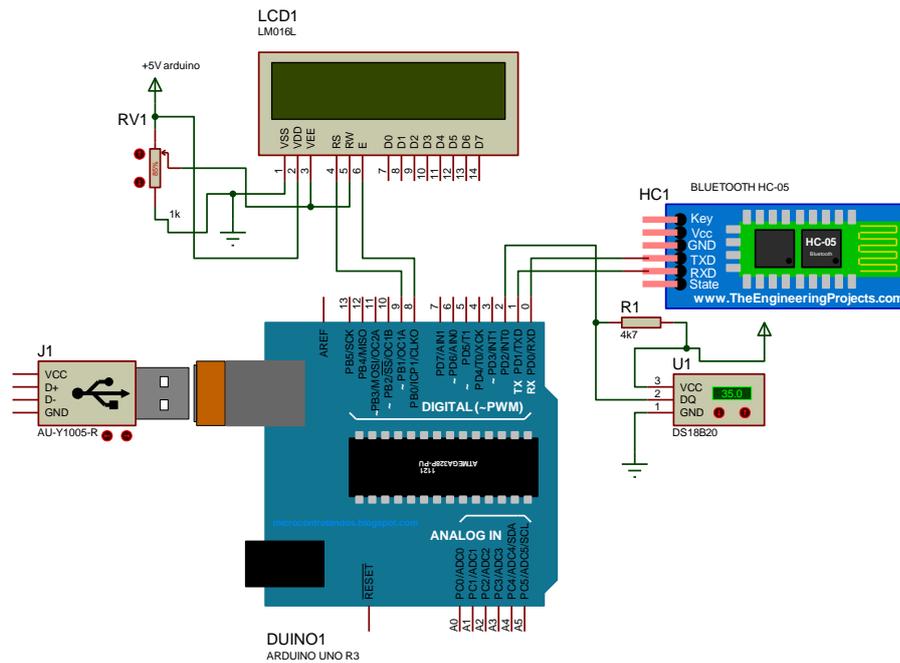
En la fabricación del diseño del proyecto se utilizaron varias herramientas tanto para el diseño de la simulación de la interfaz electrónica sensora de temperatura, como Proteus 8, Arduino IDE 1.7.10 y para el sistema de monitoreo de temperatura Visual Studio 2015 con puerto de comunicaciones Bluetooth.

**Ilustración 1. Modelo de funcionamiento Sistema de Monitoreo de Temperatura**



Fuente: Propia.

**Ilustración 2.** Diagrama Esquemático Interfaz Electrónica sensora de temperatura

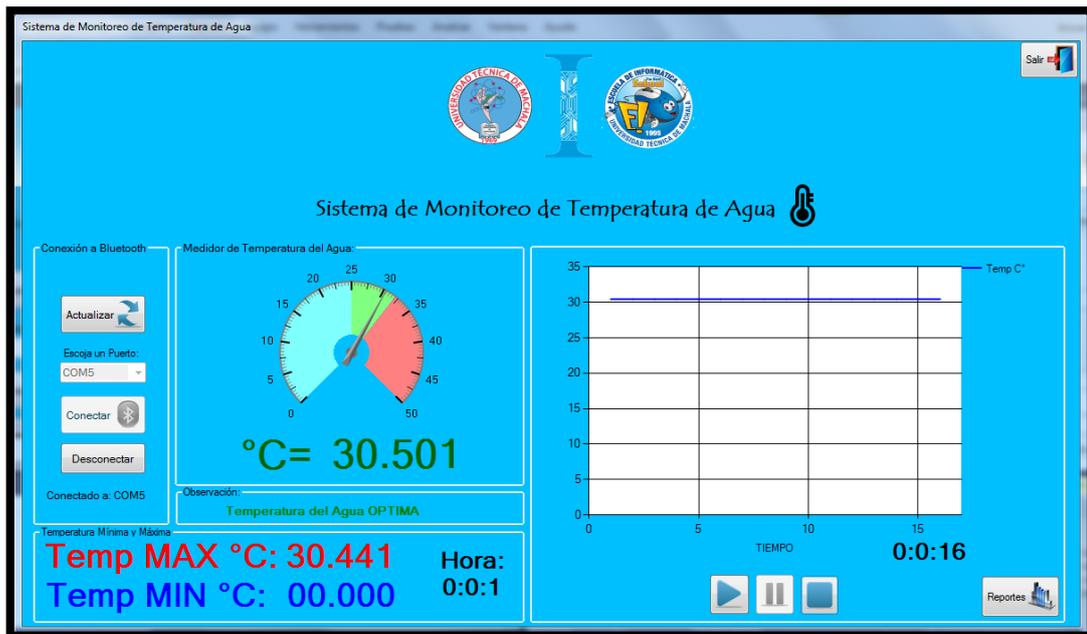


Fuente: (Propia).

### 2.2.3. Construcción

Una vez realizada la etapa de Diseño se procede a la etapa de Construcción. En esta etapa se desarrolló el Sistema de Monitoreo de temperatura en Visual Studio en base a los requisitos antes mencionados.

**Ilustración 3.** Construcción del Sistema de Monitoreo de Temperatura

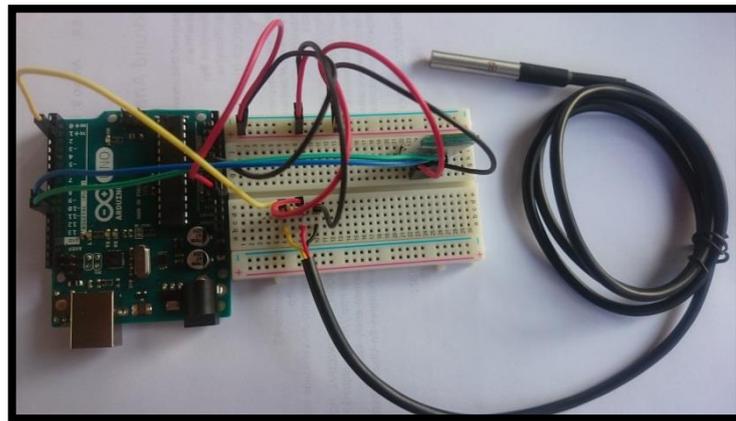


Fuente: Propia.

Así como también para la construcción de la Interfaz electrónica sensora de temperatura de agua se utilizó los siguientes materiales (Véase Anexo 1).

- ❖ 1 Fuente de poder de 9 Voltios a 1 Amperio fijo.
- ❖ 1 Sensor digital de temperatura DS18B20
- ❖ 1 Display LCD de 2x16 azul.
- ❖ 1 Tarjeta Arduino ONE Versión R3.
- ❖ 1 Tira de cables para Protoboard macho – hembra.
- ❖ 1 Cable USB AM/BM para periféricos.
- ❖ 1 Módulo Bluetooth HC-05
- ❖ 1 Computadora con bluetooth incorporada.
- ❖ 1 Resistencia de 4,7 ohmios
- ❖ 1 Protoboard para pruebas.

**Ilustración 4.** Construcción de la Interfaz Electrónica Sensora de Temperatura



Fuente: Propia.

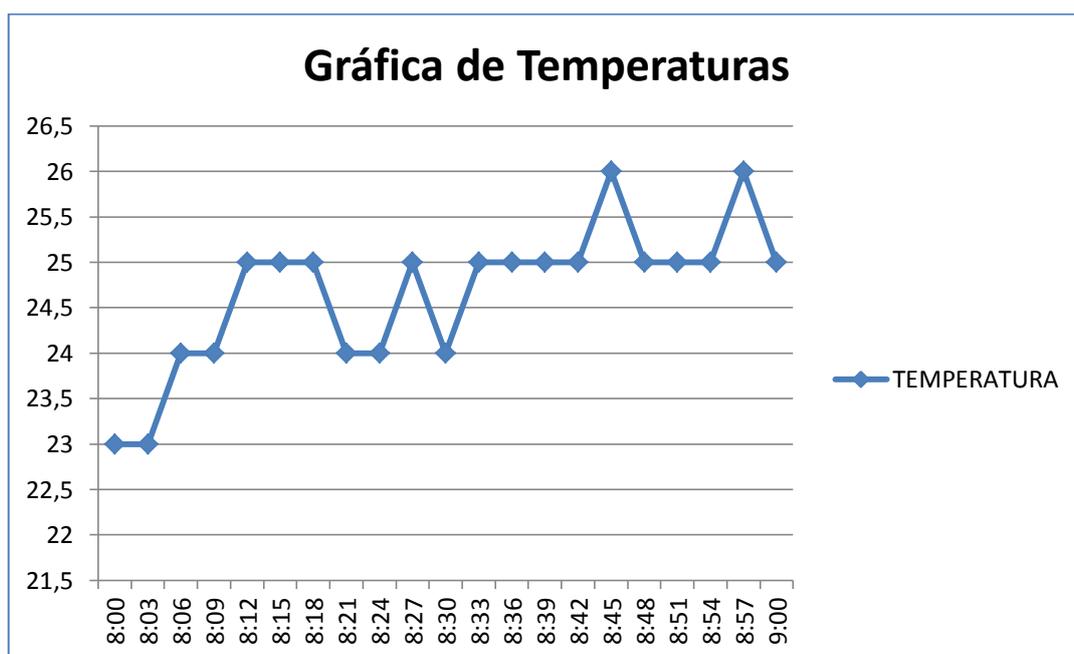
#### **2.2.4. Implementación**

En esta última etapa se presenta el proyecto desarrollado con la implementación de un sistema de monitoreo de temperatura para sensar la temperatura de agua que se produce en una piscina camaronera y cuyos resultados se presentan en la sección de resultados.

### 3. RESULTADOS

- ❖ Por medio de la implementación del sistema de monitoreo de temperatura de agua en la camaronera El Cielo y la construcción de una interfaz electrónica que sensa la temperatura del agua en la piscina, se pudo llevar un control adecuado sobre el estado real del agua, lo que garantiza el desarrollo del camarón al mantenerlo en un ambiente, óptimo para su crecimiento.
- ❖ Se realizó un senso de la temperatura del agua a una piscina durante 1 hora, desde las 8:00am hasta las 9:00am utilizando el sistema propuesto con intervalos de 3 minutos cuyos resultados se aprecian en la siguiente gráfica.

**Ilustración 5. Gráfica de Temperaturas de Agua**



Fuente: Propia

Mediante la gráfica se pudo constatar que hubo variaciones de temperatura desde 23 °C hasta los 26 °C en horas de la mañana, lo que indica que el camarón estuvo expuesto a temperaturas no recomendables para su desarrollo.

- ❖ Todas las pruebas de funcionamiento que se realizaron en los estanques de crianza de camarón tuvieron resultados satisfactorios.

#### 4. CONCLUSIONES

- ❖ Por medio del sistema desarrollado se obtuvo un adecuado monitoreo de la temperatura que tiene la piscina de crianza de camarón, lo que permite actuar oportunamente para tomar decisiones en beneficio del producto que se cultiva.
- ❖ Utilizando la metodología de desarrollo RAD se pudo cumplir todas las actividades propuestas lo que permitió alcanzar el objetivo general que se planteó al inicio del proyecto construyendo un producto de alta calidad.
- ❖ Mediante implementación de la interfaz electrónica se pudo sensar la temperatura del agua cada 3 minutos, como lo establece el caso de estudio del cual se inició la investigación para el presente proyecto, así como también los datos de temperatura proporcionados por la interfaz electrónica sean almacenados en una base de datos respectivamente.

## 5. RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda manipular correctamente tanto el sistema de monitoreo y la interfaz electrónica sensora de temperatura para evitar daños.
- ❖ La metodología empleada en el presente proyecto RAD, fue de gran ayuda para alcanzar los objetivos propuestos durante la investigación; lo cual se debe establecer claramente lo que se desea realizar en cada etapa de la misma para evitar futuros inconvenientes.
- ❖ Se sugiere que a futuro se sigan planteando este tipo de problemas, para que de esta manera, seguir aportando con conocimientos en beneficio de la producción del camarón y el desarrollo de las comunidades aledañas

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ricardo Linares Ruíz, Jimmy Andrés Quijano Vásquez, and Germán Andrés Holguín Londoño, "Implementación del protocolo bluetooth para la conexión inalámbrica de dispositivos electrónicos programables," *Redalyc*, vol. X, no. 31-32, p. 24, Mayo 2014.
- [2] José Ignacio Vega, Gerardo Salgado, Mario A. Lagos, Víctor N. Tapia, and Francisco J. Sánchez, "Monitoreo de temperatura y humedad en un campo de cultivo utilizando el protocolo bluetooth," *Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico*, vol. XXIX, p. 2, Octubre 2014.
- [3] Jorge González Coneo, Bernardo Nuñez Pérez, and Pablo Viloría Molinares, "Sistema de monitoreo en tiempo real para la medición de temperatura," *Redalyc*, vol. XVII, p. 128, Abril 2012.
- [4] Claude E. Boyd, "Consideraciones sobre la calidad del agua y del suelo en cultivos de camarón," *cesasin*, vol. I, pp. 1,15, 2003.
- [5] Viviana Yarel Rosales Morales, Giner Alor Hernández, Jorge Luis García Alcaráz, Ramón Zatarain Cabada, and María Lucía Barrón Estrada, "An analysis of tools for automatic software development and automatic code generation," *Redalyc*, no. 77, pp. 75 -76, Febrero 2015.
- [6] José de Jesús Rubio, José Alberto Hernández Aguilar, Francisco Jacob Ávila Camacho, Juan Manuel Stein Carrillo, and Adolfo Meléndez Ramírez, "Sistema sensor para el monitoreo ambiental basado en redes," *Redalyc*, vol. VXII, no. 2, p. 213, Abril-Junio 2016.
- [7] Gabriela Loreface Sparacino, "Tecnología inalámbrica Bluetooth sobre los servicios de comunicaciones en los ámbitos social y empresarial," *Redalyc*, vol. II, no. 2, p. 40, Julio-Diciembre 2003.
- [8] Sergio Armando Gutiérrez and John Willian Branch, "System monitoring and fault management methods and techniques," *Redalyc*, vol. VII, no. 2, p. 14, Julio 2010.
- [9] Álvaro Guerrero Aguirre and Paula Jimena Ramos Giraldo, "Sistema embebido de bajo costo para visión artificial," *Redalyc*, vol. XIX, no. 2, pp. 165-166, Junio 2014.
- [10] Samantha Aurora Díaz Luna, Oziel Lugo Espinosa, and Gerardo Alexis Villavicencio Pérez, "PAQUETE TECNOLÓGICO PARA EL MONITOREO AMBIENTAL EN INVERNADEROS CON EL USO DE HARDWARE Y SOFTWARE LIBRE," *Redalyc*, vol. XXXII, no. 1, p. 78, 2014.



**Imagen 4. Tarjeta Arduino ONE Versión R3**



Fuente: Propia.

**Imagen 5. Sensor de Temperatura Digital Model DS18B20**



Fuente: Propia.

**Imagen 6. Cable USB AM/BM para periféricos.**



Fuente: Propia.

**Imagen 7. Cables para protoboard Macho - Hembra**



Fuente: Propia.

**Anexo 2. Piscinas de crianza de camarón**



Fuente: Propia

### **Anexo 3. Caso de Estudio**

Se requiere almacenar la temperatura diaria, que se produce en una piscina camaronera, a través de un computador, con espacios de tiempo de aproximadamente 3 minutos. Implementar una interfaz electrónica, que sense la temperatura del agua de una camaronera, y con comunicación a través de cualquier puerto de un computador, permita almacenar la temperatura que se produce en la piscina aproximadamente cada 3 minutos. Utilice cualquier lenguaje de programación para el desarrollo del software del proyecto.