

|  |  |        |             |
|--|--|--------|-------------|
|  | GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS | Código | FO-SB-12/v0 |
|  | ESQUEMA HOJA DE RESUMEN                        |        | Página      |

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): DIEGO ALBEIRO

APELLIDOS: PEÑA PEÑA

NOMBRE(S): DANNY ALEJANDRO

APELLIDOS: ROPERIO SILVA

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): SERGIO BASILIO

APELLIDOS: SEPÚLVEDA

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): RED INALÁMBRICA DE SENSORES PARA MONITORIZAR VARIABLES FÍSICAS EN UN ESTANQUE PISCÍCOLA

RESUMEN

Diseño e implementación de un sistema de redes inalámbricas de sensores. Este proyecto facilita la interpretación de los datos y con lleva a tomar decisiones en las mediciones hechas por los sensores en el proceso, la medición del pH además se ha utilizado para este proyecto, no obstante, está abierto a otras medidas que requieran. Sin embargo, surge la necesidad de medición para los estanques o criaderos de peces, además del sensor de pH se implementó el sensor de temperatura y luminosidad, variables físicas que, según el estudio realizado, pueden mejorar la calidad de los peces. La información de las variables físicas medidas con los sensores se envía mediante un módulo de comunicación a largas distancias y la recepción de los datos se realiza mediante una interfaz gráfica en Java

PALABRAS CLAVE: JAVA, NODO, ESCLAVO, MAESTRO, PH

CARACTERÍSTICAS: PÁGINAS:110 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 49 CD ROOM: 1

| Elaboró                      |            | Revisó            |            | Aprobó            |            |
|------------------------------|------------|-------------------|------------|-------------------|------------|
| Equipo Operativo del Proceso |            | Comité de Calidad |            | Comité de Calidad |            |
| Fecha                        | 24/10/2014 | Fecha             | 05/12/2014 | Fecha             | 05/12/2014 |

RED INALÁMBRICA DE SENSORES PARA MONITORIZAR VARIABLES FÍSICAS EN  
UN ESTANQUE PISCÍCOLA

DANNY ALEJANDRO ROPERO SILVA

DIEGO ALBEIRO PEÑA PEÑA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

RED INALÁMBRICA DE SENSORES PARA MONITORIZAR VARIABLES FÍSICAS EN  
UN ESTANQUE PISCÍCOLA

DANNY ALEJANDRO ROPERO SILVA

DIEGO ALBEIRO PEÑA PEÑA

Trabajo de grado presentado para optar por el título de ingeniero electrónico

Mg. SERGIO SEPÚLVEDA

DIRECTOR

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2017

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 19 DE ABRIL DE 2017

Hora: 14:30

Lugar: SALA 4, EDIFICIO CREAD

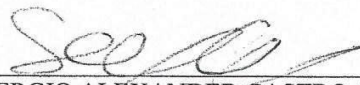
Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA


Título de la Tesis: "RED INALÁMBRICA DE SENSORES PARA MONITORIZAR VARIABLES FÍSICAS EN UN ESTANQUE PISCÍCOLA"

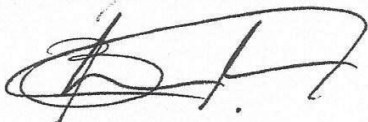
Jurados: IE MSc. SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO  
IE MSc. JULIÁN ORLANDO TARAZONA ANTELIZ

Director: IE MSc. SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA

| Nombre del Estudiante   | Código  | Calificación      |
|-------------------------|---------|-------------------|
| DIEGO ALBEIRO PEÑA PEÑA | 1160102 | CUATRO, DOS (4,2) |

  
SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO


  
JULIÁN ORLANDO TARAZONA ANTELIZ

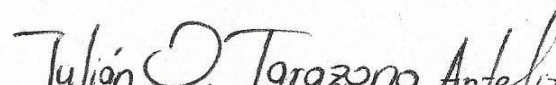
  
Vo.Bo. BYRON MEDINA DELGADO, IE MSc  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

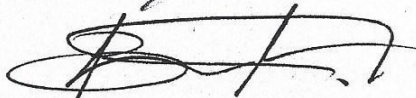
## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 19 DE ABRIL DE 2017  
Hora: 14:30  
Lugar: SALA 4, EDIFICIO CREAD  
Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
Título de la Tesis: "RED INALÁMBRICA DE SENSORES PARA MONITORIZAR VARIABLES FÍSICAS EN UN ESTANQUE PISCÍCOLA"  
Jurados: IE MSc. SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO  
IE MSc. JULIÁN ORLANDO TARAZONA ANTELIZ  
Director: IE MSc. SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA

| Nombre del Estudiante        | Código  | Calificación      |
|------------------------------|---------|-------------------|
| DANNY ALEJANDRO ROPERO SILVA | 1160144 | CUATRO, DOS (4,2) |

  
SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO

  
JULIÁN ORLANDO TARAZONA ANTELIZ

  
Vo.Bo. BYRON MEDINA DELGADO, IE MSc  
Coordinador Comité Curricular  
Ingeniería Electrónica

## **Dedicatoria**

A Dios creador y todopoderoso por haberme permitido llegar hasta estas instancias y por brindarme la salud para poder cumplir mis metas.

A mis padres Olida Peña Medina y Bonifacio Peña Arias, por apoyarme siempre en todo momento y en todos los sentidos. En especial a mi madre por ser esa consejera y un bastión fundamental en el que he encontrado apoyo incondicional y esa motivación para siempre seguir adelante a pesar de las adversidades que siempre se presentan.

A mi hija Verónica Peña Becerra y mi esposa Stefany Becerra Cárdenas ya que son el nuevo motor de mi vida, siempre alentándome y retándome a mejorar nuestra condición humana y profesional.

A mis hermanos y amigos y demás allegados, ya que siempre he tenido la fortuna de encontrar un buen consejo y una mano siempre a disposición mía ante cualquier evento presentado.

Finalmente, a mi director de proyecto el Ing. Msc Sergio Sepúlveda, mi amigo Danny Roper por aceptar ser parte de este gran equipo de trabajo, mis compañeros universitarios en especial a Fabián Corredor y demás que me han acompañado en este arduo camino y me han prestado asesorías para realizar esta tesis.

**Diego Albeiro Peña Peña**

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis A DIOS, al guiarme en el buen camino de la vida para poder culminar un sueño más de mi vida que lo anhelaba desde niño.

A mi padre Excel Antonio por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi mama Ana María por los ejemplos de perseverancia y constancia que la caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A ellos dos por el apoyo que me brindaron para cumplir mi sueño de ser ingeniero electrónico, para no perder el camino a mi meta y el sacrificio que hicieron para poder estar donde estoy ahora.

A mis hermanos que confiaron en mí que con su amor, sus ejemplos de humildad, responsabilidad, bondad y sencillez me guiaron para este momento de mi vida, en especial a mi hermano Miguel Roperero que me brindó su apoyo para seguir adelante en mi sueño y darles una vida mejor a mis padres.

A mi esposa Marilyn Lindarte por entenderme en todo momento, gracias por su apoyo incondicional, es la felicidad encaja en una sola persona, por lo cual estoy dispuesto a enfrentar todo y en todo momento.

A mi compañero de tesis: Diego Peña, por su confianza, y por haber formado un equipo de trabajo para lograr esta meta y mis compañeros que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos.

A mis profesores que compartieron sus conocimientos en cada clase en especial al Ing. Msc Sergio Sepúlveda que nos dios su apoyo y gran motivación en este proyecto.

**Danny Alejandro Roperero Silva**

## **Agradecimientos**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A la Universidad Francisco de Paula Santander por darnos la oportunidad de conseguir nuestros sueños, hacernos profesionales y brindarle soluciones a la sociedad.

A Ing. Msc Sergio Sepúlveda, Ingeniero Electrónico director de nuestro trabajo de grado modalidad investigación, por ofrecernos su tiempo, dedicación, orientación y sus conocimientos, los cuales fueron fundamentales para llevar a cabo esta investigación. Por brindarnos lo mejor como persona y como profesional.

A nuestro amigo Fabián Corredor, también estudiante de Ing. Electrónica, por brindarnos sus conocimientos y apoyo desinteresado con el fin de conseguir la meta propuesta.



## Tabla de contenido

|   |    |
|---|----|
| Introducción  | 1  |
| 1. Descripción de problema                            | 2  |
| 1.1 Planteamiento del problema                        | 2  |
| 1.2 Justificación                                     | 3  |
| 1.3 Alcances  | 4  |
| 1.4 Objetivos   | 4  |
| 1.4.1 General   | 4  |
| 1.4.2 Específicos                                     | 4  |
| 1.5 Limitaciones y delimitaciones                     | 5  |
| 1.5.1 Limitaciones                                    | 5  |
| 1.5.2 Delimitaciones                                  | 5  |
| 2. Marco referencial                                  | 7  |
| 2.1 Antecedentes y estado del arte                    | 7  |
| 2.2 Marco teórico                                     | 8  |
| 2.2.1 La piscicultura                                 | 8  |
| 2.2.1.1 Agua  | 8  |
| 2.2.1.2 pH del agua                                   | 9  |
| 2.2.1.3 Iluminación                                   | 9  |
| 2.2.1.4 Temperatura                                   | 9  |
| 2.2.2 Estación piscícola                              | 10 |
| 2.2.3 Carpicultura                                    | 10 |
| 2.2.4 Salmonicultura                                  | 10 |
| 2.2.5 Redes de sensores inalámbricos                  | 11 |
| 2.2.6 Arquitectura básica de un nodo                  | 12 |
| 2.2.7 Unidad de procesamiento                         | 12 |
| 2.2.8 Transceptor de comunicaciones                   | 13 |
| 2.2.9 Batería   | 13 |
| 2.2.10 Arquitectura del nodo coordinador              | 14 |
| 2.2.11 Características redes de sensores inalámbricos | 15 |
| 2.2.12 Aplicaciones de las redes de sensores          | 16 |

|  |    |
|--|----|
| 2.2.13 Sensores  | 16 |
| 2.2.13.1 Sensor de pH  | 16 |
| 2.2.13.1.1 Electrodos de medida para determinación de pH               | 16 |
| 2.2.13.1.2 Sensor de pH e-201-c-9                                      | 20 |
| 2.2.13.2 Sensor de temperatura lm35                                    | 22 |
| 2.2.13.2.1 Esquemático eléctrico                                       | 23 |
| 2.2.13.3 Sensor de iluminación temt600                                 | 23 |
| 2.2.14 Diseño del hardware del sistema                                 | 24 |
| 2.2.14.1 Selección del microcontrolador esclavo                        | 24 |
| 2.2.14.1.1 Microcontrolador gama media                                 | 24 |
| 2.2.14.1.2 Arquitectura de los microcontroladores                      | 24 |
| 2.2.14.1.3 Oscilador externo   | 28 |
| 2.2.14.1.4 Reset   | 29 |
| 2.2.14.1.5 Arquitectura interna del microcontrolador                   | 30 |
| 2.2.14.1.6 Modulo del convertidor análogo a digital                    | 31 |
| 2.2.15 Protocolo SPI en PIC 16f877                                     | 33 |
| 2.2.15.1 Clock (sck)   | 34 |
| 2.2.15.2 Datos SDI y SDO   | 34 |
| 2.2.15.3 CS o SS   | 35 |
| 2.2.15.4 Modos   | 36 |
| 2.2.15.5 Modos SPI   | 36 |
| 2.2.15.6 Diagrama circuital  | 37 |
| 2.2.15.7 Operación   | 37 |
| 2.2.15.8 Habilitando SPI I/O   | 38 |
| 2.2.15.9 Conexión típica   | 38 |
| 2.2.15.10 Pros y contra del Bus SPI                                    | 39 |
| 2.2.15.10.1 Ventajas   | 39 |
| 2.2.15.10.2 Desventajas  | 40 |
| 2.2.16 Transceptor NRF24L01  | 40 |
| 2.2.16.1 Comunicación inalámbrica del NRF24L01 con el Microcontrolador | 43 |
| 2.2.16.1.1 Librería para el módulo BZI-RF2GH4                          | 43 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 3. Diseño Metodológico           | 46 |
| 3.1 Tipo de proyecto             | 46 |
| 4. Resultados obtenidos          | 49 |
| 4.1 Diseño general del prototipo | 49 |
| 4.2 Hardware esclavo             | 52 |
| 4.3 Alimentación esclavo         | 53 |
| 4.4 Modulo externo               | 54 |
| 4.5 Software                     | 54 |
| 4.6 Lib_rf2gh4_10.h              | 55 |
| 4.7 Hardware del maestro         | 58 |
| 4.8 Software Modulo Maestro      | 59 |
| 4.9 Interfaz Gráfica             | 65 |
| 4.9.1 Librería Jpicusb           | 67 |
| 4.9.2 USBCON.JAVA                | 67 |
| 4.9.3 Base de Datos              | 69 |
| 4.9.4 Librería JEXCELAPI         | 69 |
| 4.9.5 Clase ADMINDB.JAVA         | 69 |
| 5. Conclusiones                  | 75 |
| 6. Recomendaciones               | 77 |
| 6.1 Para la sonda de pH          | 77 |
| 6.2 Para las simulaciones        | 77 |
| 6.3 Ejecución de GUI             | 78 |
| 6.4 Modulo esclavo               | 78 |
| 7. Referencias                   | 79 |
| 8. Anexos                        | 83 |