

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/152

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): JHON ALEJANDRO APELLIDOS: CASTRO CORREA

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): SERGIO BASILIO APELLIDOS: SEPÚLVEDA MORA

NOMBRE(S): BYRON APELLIDOS: MEDINA DELGADO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN MEDIANTE PROTOCOLO GSM/GPRS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE CÚCUTA

RESUMEN

SE DESARROLLÓ UN PROTOTIPO PARA LA GEOLOCALIZACIÓN DE VEHÍCULOS UTILIZANDO TECNOLOGÍA ARDUINO, UN MÓDULO GPS Y UN MÓDULO GPRS. SE PUSO EN MARCHA UN SERVIDOR WEB MEDIANTE EL SISTEMA EMBEBIDO RASPBERRY PI, EN EL CUAL SE IMPLEMENTÓ UN SERVICIO PARA MOSTRAR LOS DATOS DE UBICACIÓN EN TIEMPO REAL UTILIZANDO LA API DE GOOGLE MAPS. A SU VEZ, SE REALIZÓ UNA APLICACIÓN MÓVIL BAJO EL SISTEMA OPERATIVO ANDROID. FINALMENTE, SE DISEÑÓ UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL UTILIZANDO EL NEURAL NETWORK TOOLBOX DE MATLAB PARA OPTIMIZAR LAS RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE CÚCUTA. RESPECTO AL PROTOTIPO DE GEOLOCALIZACIÓN, SE OBTUVO UNA PRECISIÓN EN LA UBICACIÓN DE 6.33 METROS ASÍ COMO UNA AUTONOMÍA DE 10.3 HORAS, EN CUANTO A LA RED NEURONAL SE LOGRÓ UN COEFICIENTE DE CORRELACIÓN MAYOR A 93% ASÍ COMO UNA PRECISIÓN SUPERIOR AL 97% DURANTE LA SIMULACIÓN DE ESTA.

PALABRAS CLAVE: SERVIDOR WEB, GEOLOCALIZACIÓN, PÁGINA WEB, GPRS/GPS, APLICACIÓN MÓVIL

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 152 PLANOS: 0 ILUSTRACIONES: 79 CD ROOM: 1

SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN MEDIANTE PROTOCOLO GSM/GPRS PARA  
EL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE CÚCUTA

JHON ALEJANDRO CASTRO CORREA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2018

SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN MEDIANTE PROTOCOLO GSM/GPRS  
PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE CÚCUTA

JHON ALEJANDRO CASTRO CORREA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de

INGENIERO ELECTRÓNICO

Director:

SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA

MSc. Ingeniería Electrónica

Codirector:

BYRON MEDINA DELGADO

MSc. Ingeniería Electrónica

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

2018

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: CÚCUTA, 12 DE FEBRERO DE 2018

Hora: 15:00

Lugar: AULAS GENERALES, AG103

Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Título de la Tesis: "SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN MEDIANTE PROTOCOLO GSM/GPRS PARA EL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE CÚCUTA."

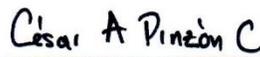
Jurados: IE MSc. KARLA CECILIA PUERTO LÓPEZ  
IE MSc. CESAR ARMANDO PINZÓN CARRILLO

Director: IE MSc SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA  
Codirector: IE. MSc BYRON MEDINA DELGADO

Nombre del Estudiante	Código	Calificación
JHON ALEJANDRO CASTRO CORREA	1161104	CINCO, CERO (5,0)

## LAUREADA

  
KARLA CECILIA PUERTO LÓPEZ

  
CESAR ARMANDO PINZÓN CARRILLO

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

## **Dedicatoria**

Dedico este logro a Dios, que siempre me ha llenado de grandes bendiciones.

A mis padres, quienes siempre me han apoyado tanto moral como económicamente, aconsejándome todo este tiempo durante los momentos difíciles.

A mis hermanos que con su compañía, comprensión y soporte han hecho que fuera más sencillo llegar hasta este punto.

A mis maestros y mentores, que con su conocimiento y consejos han aportado en mi formación académica.

A todas aquellas personas que me han apoyado y orientado durante este laborioso camino.

Este triunfo es para ustedes.

*Jhon Alejandro Castro Correa*

## **Agradecimientos**

Agradezco al Msc. ingeniero Sergio Sepúlveda por su asesoría, orientación y apoyo incondicional durante mis estudios y desarrollo de este proyecto, le respeto y admiro enormemente.

Al Msc. ingeniero Byron Medina por su constante apoyo y valiosos consejos, los cuales me ayudaron enormemente para la obtención de este logro; quiero decirle que es un ejemplo a seguir.

A mis compañeros, quienes me animaron y orientaron durante todo este arduo camino, su respaldo y compañía siempre fue muy importante para superar todos los obstáculos presentados.

A todos aquellos ingenieros que me han brindado su asesoría y conocimiento; sus lecciones, consejos y confianza fueron vitales para mi formación y consecución de resultados.

Muchas gracias a todos. Cuenten con mi apoyo y soporte en cualquier momento.

***Jhon Alejandro Castro Correa***

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	16
1. Descripción del problema	17
1.1 Planteamiento del problema	18
1.2 Justificación	18
1.2.1 Beneficios Tecnológicos	20
1.2.2 Beneficios Económicos	20
1.2.3 Beneficios Sociales	20
1.2.4 Beneficios Institucionales	20
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo general	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
1.4 Delimitaciones	22
2. Marco referencial	23
2.1 Antecedentes	23
2.1.1 Using GPS tracking to determine movement patterns and foraging habitat selection of the Common Barn-owl (Tyto Alba)	23
2.1.2 Flexible GPS tracking system for studying bird behaviour at multiple scales	23
2.1.3 A personalized online travel time prediction model. Systems Man and Cybernetics (SMC)	24
2.1.4 Prototipo de sistema de localización por GPS para salvamento marítimo	24
2.2 Marco teórico	24
2.2.1 Sistema de coordenadas	25
2.2.2 Geolocalización	28
2.2.3 GPS	29
2.2.3.1 Trama de datos	30
2.2.3.2. Módulo GPS L80 Quectel	31
2.2.4 Estándares GSM/GPRS	32
2.2.4.1 Comandos AT	33
2.2.4.2 Módulo SIM900	33
2.2.5 Inteligencia Artificial	34
2.2.5.1 Lógica Difusa	35
2.2.5.2 Algoritmos Genéticos	36
2.3.5.3 Redes Neuronales Artificiales	37
2.2.6 Servicio Web	42
2.2.6.1 Front-end	43
2.2.6.2 Back-end	44
2.2.6.3 HTTP y TCP	45
2.2.7 Android	46
2.2.8 Api Google Maps	47
2.2.8.1 Google Maps JavaScript API	48
2.2.8.2 Google Maps Android API	48

2.2.9	Arduino	49
2.2.9.1	Lenguaje Arduino	50
2.2.9.2	Arduino UNO	51
2.2.9.3	Librerías (TinyGPS++ y Software Serial)	51
2.3	Marco legal	52
2.3.1	Artículo 4 del proyecto de ley No. 102 del 2013	52
2.3.2	Decreto 345 de 2015	53
3.	Metodología de Investigación	54
3.1	Programación del microcontrolador junto a los módulos GSM/GPRS	54
3.1.1	Comparación y selección del GSM/GPRS	54
3.1.2	Elección del microcontrolador a utilizar	56
3.1.3	Realizar la transmisión desde Arduino usando el módulo GSM/GPRS	57
3.2	Pruebas con el GPS para comprobar el envío de datos	59
3.2.1	Selección y compra del GPS compatible con Arduino	59
3.2.2	Selección de protocolo para el envío de las coordenadas del sistema	60
3.2.3	Desarrollo del código para el envío de las coordenadas del vehículo	62
3.3	Elaborar una base de datos en el servidor	65
3.3.1	Adquisición de la tarjeta que funcione como servidor	65
3.3.2	Programación del servidor	67
3.3.2.1	Instalación de Raspbian	67
3.3.2.2	Acceso Remoto hacia la Raspberry Pi	67
3.3.2.3	Asignación de IP estática	69
3.3.2.4	Instalación de Apache	70
3.3.2.5	Instalación de PHP 7.0	72
3.3.2.6	Instalación de MySQL y phpMyAdmin	73
3.3.2.7	Apertura de puertos 80 y 443 en el Router	74
3.3.2.8	Adquisición de dominio web	75
3.3.2.9	Certificado SSL para el dominio	76
3.3.3	Desarrollo de las bases de datos	79
3.3.4	Elección de la empresa para instalar el sistema de geolocalización	80
3.4	Desarrollar una página para mostrar los datos en tiempo real en el mapa	81
3.4.1	Búsqueda de software para el desarrollo de la página web	81
3.4.2	Desarrollo de la página web para mostrar los datos de coordenadas	82
3.4.2.1	Aspectos de diseño	83
3.4.3	API de Google Maps para mostrar los datos en el portal web	85
3.5	Aplicación móvil para recibir los datos de la ruta de transporte en tiempo real	86
3.5.1	Desarrollo de la aplicación	86
3.6	Optimización de la ruta de transporte público mediante IA	88
3.6.1	Técnica para la optimización de las rutas de transporte público	89
3.6.2	Optimización de la ruta usando inteligencia artificial	89
3.7	Divulgación de Resultados	96
3.7.1	Elaboración de un artículo científico para presentar los resultados de la investigación	96
3.7.2	Ponencia en la IV semana internacional y XII semana de ciencia, tecnología e innovación	96

4. Resultados	97
4.1. Prototipo para la geolocalización	97
4.2. Página web	100
4.3. Aplicación Móvil	105
4.4. Red neuronal Artificial	108
4.5. Divulgación de resultados	112
5. Conclusiones	114
6. Recomendaciones	117
Referencias	119
Anexos	123