

	GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS	Código	FO-SB-12/v0
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	Página	1/197

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): JOSE MIGUEL

APELLIDOS: CELIS PEÑARANDA

NOMBRE(S): CHRISTIAN DAVID

APELLIDOS: ESCOBAR AMADO

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DIRECTOR:

NOMBRE(S): SERGIO BASILIO

APELLIDOS: SEPULVEDA MORA

CODIRECTOR:

NOMBRE(S): SERGIO ALEXANDER

APELLIDOS: CASTRO CASADIEGO

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): CONTROL ADAPTATIVO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UNA RED SEMAFÓRICA BASADO EN UN SISTEMA EMBEBIDO

RESUMEN:

Para optimizar el flujo vehicular en una intersección vial se diseñaron un algoritmo de control adaptativo y una base de datos que apoya la depuración del rendimiento del controlador, ambos alojados en el sistema embebido Raspberry Pi B+, además se diseñó un sistema de supervisión; integrado por un servidor web y una aplicación móvil que ha sido desarrollada siguiendo la metodología propuesta por la comunidad de desarrolladores Android. El desempeño del algoritmo fue evaluado con un instrumento virtual, que emuló una intersección semafórica de la ciudad de Cúcuta, esto es, los sensores magnetorresistivos, el proceso de encendido en las luces de los semáforos y el flujo vehicular. La manipulación de los tiempos de encendido en las luces de los semáforos, aumentó el flujo vehicular hasta 5.5 % y, disminuyó el tiempo máximo de espera del vehículo para avanzar hasta 28 segundos y el largo de fila hasta un 18 %. Con base en el caso de estudio, se puede inferir que es posible integrar el control adaptativo y los sistemas embebidos como herramientas de software y hardware para mejorar el funcionamiento en los sistemas de regulación vial.

PALABRAS CLAVE: Control adaptativo, Instrumentación virtual, Red Semafórica, Sistema embebido, base de datos.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 197 PLANOS: ___ ILUSTRACIONES: 33 CD ROOM: 1

CONTROL ADAPTATIVO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UNA RED SEMAFÓRICA
BASADO EN UN SISTEMA EMBEBIDO

CHRISTIAN DAVID ESCOBAR AMADO
JOSE MIGUEL CELIS PEÑARANDA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

2016

CONTROL ADAPTATIVO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UNA RED SEMAFÓRICA
BASADO EN UN SISTEMA EMBEBIDO

CHRISTIAN DAVID ESCOBAR AMADO
JOSE MIGUEL CELIS PEÑARANDA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de ingeniero electrónico

Director
Msc. SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA
Ingeniero Electrónico

Codirector
Msc. SERGIO ALEXANDERCASTRO CASADIEGO
Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

2016

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO


Fecha: SAN JOSÉ DE CÚCUTA, 05 DE MAYO DE 2016
Hora: 4:00 – 5:00 pm
Lugar: SALA 3 –EDIFICIO CREAD
Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Título de la Tesis: “CONTROL ADAPTATIVO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UNA RED SEMAFÓRICA BASADO EN UN SISTEMA EMBEBIDO.”
Jurados: IE PhD FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCÍA
IE MSc JOHNNY OMAR MEDINA DURÁN
Director: IE MSc SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA
Codirector: IE MSc SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO

Nombre de los Estudiantes	Código	Calificación
CHRISTIAN DAVID ESCOBAR AMADO	1160667	Cuatro, cinco (4,5)

MERITORIA


IE PhD FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCÍA


IE MSc JOHNNY OMAR MEDINA DURÁN


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

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE UN TRABAJO DE GRADO

Fecha: SAN JOSÉ DE CÚCUTA, 05 DE MAYO DE 2016
Hora: 4:00 – 5:00 pm
Lugar: SALA 3 –EDIFICIO CREAD
Plan de Estudios: INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Título de la Tesis: “CONTROL ADAPTATIVO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE UNA RED SEMAFÓRICA BASADO EN UN SISTEMA EMBEBIDO.”
Jurados: IE PhD FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCÍA
IE MSc JOHNNY OMAR MEDINA DURÁN
Director: IE MSc SERGIO BASILIO SEPÚLVEDA MORA
Codirector: IE MSc SERGIO ALEXANDER CASTRO CASADIEGO

Nombre de los Estudiantes	Código	Calificación
JOSÉ MIGUEL CELIS PEÑARANDA	1160669	Cuatro, cinco (4,5)

MERITORIA


IE PhD FRANCISCO ERNESTO MORENO GARCÍA


IE MSc JOHNNY OMAR MEDINA DURÁN


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

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Justificación del proyecto	4
1.2.1. Beneficios tecnológicos	5
1.2.2. Beneficios sociales.....	5
1.2.3. Beneficios institucionales	6
1.2.4. Beneficios económicos	6
1.3. Objetivos	6
1.3.1.General.....	6
1.3.2. Específicos	6
1.4. Delimitación.....	7
2. MARCO REFERENCIAL.....	9
2.1. Antecedentes	9
2.2. Marco teórico	14
2.2.1. Instrumentación virtual.....	14
2.2.2. Adquisición de datos.....	17
2.2.3. Internet de las cosas	19
2.2.4. Sistemas embebidos	19
2.2.5. Raspbian	22
2.2.6. Sensor Magnetorresistivo para detección de vehículos FVD-L	23
2.2.7. Sistema Operativo Android	24
2.2.8. Android Studio.....	25
2.2.9. Python	27
2.2.10. Comunicación I2C	28
2.2.11. JSON	29
2.2.12. PHP.....	31
2.2.13. Lenguaje SQL.....	32
2.2.14. SQLite3	32
2.2.15. Microcontrolador	33
2.3. Marco legal	35
3. METODOLOGÍA	37
3.1. Recopilar información.....	37
3.2. Determinar las herramientas a utilizar	39

3.3. Simular una planta que cumpla con las características de un entorno real.	42
3.3.1. Diseño de la Interfaz Gráfica (Panel Frontal):.....	43
3.3.2. Lectura del estado de las luces de los semáforos:.....	43
3.3.3. Lectura de la hora actual:.....	44
3.3.4. Simulación del estado de los sensores:	44
3.4. Diseñar e implementar una base de datos	46
3.5. Diseñar y desarrollar un algoritmo adaptativo	51
3.5.1. Lectura de pines GPIO Raspberry Pi.....	51
3.5.2. Actualización de las variables en la base de datos	54
3.5.3. Consultar los valores del flujo vehicular en la base de datos	55
3.5.4. Calcular los tiempos para las luces verdes.	55
3.5.5. Enviar los tiempos al microcontrolador.....	57
3.6. Diseñar la aplicación móvil para la supervisión en tiempo real	58
3.6.1. Configuración del entorno de desarrollo	60
3.6.2. Depuración y pruebas.	61
3.6.3. Publicación.	61
3.7. Evaluar el desempeño del sistema en su totalidad	62
3.8. Divulgar los resultados obtenidos a la comunidad académica y científica.	62
4. RESULTADOS.....	64
4.1. Arquitectura del sistema.....	64
4.2. Estudio de campo	65
4.3. Instrumentación Virtual.	67
4.4. Base de datos.....	71
4.5. Algoritmo adaptativo	72
4.6. Aplicación Móvil.	81
4.6.1. Clase csqhelp	81
4.6.2. Clase InfoEstado	83
4.6.3. Clase InfoEstadoAdapter.	83
4.6.4. SecondActivity	83
4.6.5. MainActivity	85
4.6.6. FailActivity	86
4.7. Evaluación de desempeño del sistema	87
4.7.1. Validación de los flujos vehiculares simulados	87
4.7.2. Detección de fallos físicos en la intersección semafórica.	89
4.7.3. Eficiencia y tiempos de respuesta del algoritmo de control adaptativo ...	90
4.7.4. Supervisión del estado y el funcionamiento de la Raspberry Pi.....	96

5. CONCLUSIONES	99
6. RECOMENDACIONES	102
7. BIBLIOGRAFÍA	103
8. ANEXOS	106

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Incremento Mensual del volumen Vehicular 2001-2011	4
<i>Figura 2.</i> Esquema general del sistema.	11
<i>Figura 3.</i> Modelo de intersección.	12
<i>Figura 4.</i> Secuencia de semáforos.	13
<i>Figura 5.</i> Sensor FVD-L en estado de apagado.	24
<i>Figura 6.</i> Sensor FVD-L en estado de encendido.	24
<i>Figura 7.</i> Protocolo de comunicación I2C.	29
<i>Figura 8.</i> Estructura de un objeto tipo JSON.	30
<i>Figura 9.</i> Estructura de un array tipo JSON.	31
<i>Figura 10.</i> Diagrama de pines PIC16F877A.....	34
<i>Figura 11.</i> Intersección Semafórica Calle 10 Avenida 0. San José de Cúcuta.	38
<i>Figura 12.</i> Configuración servidor DHCP	49
<i>Figura 13.</i> Definir dirección a la interfaz de red	50
<i>Figura 14.</i> Proceso de desarrollo para aplicaciones.	59
<i>Figura 15.</i> Arquitectura del Sistema	64
<i>Figura 16.</i> Volumen vehicular	66
<i>Figura 17.</i> Diagrama de flujo de la generación de pulsos a la entrada de las calles	69
<i>Figura 18.</i> Diagrama de flujo de la generación de pulsos a la salida de las calles.....	70
<i>Figura 19.</i> Código PHP para la interfaz web entre la base de datos y la aplicación móvil.	71
<i>Figura 20.</i> Conexión Wi-fi RED SEM.....	72
<i>Figura 21.</i> Diagrama de flujo funcionamiento algoritmo adaptativo.	73
<i>Figura 22.</i> Diagrama de flujo del firmware del Microcontrolador	80
<i>Figura 23.</i> Diagrama de Clases de la Aplicación Móvil	82
<i>Figura 24.</i> Notificación del reporte de fallo.	84
<i>Figura 25.</i> Interfaz de Usuario. activity_second.	85
<i>Figura 26.</i> Interfaz de Usuario. activity_main.	86
<i>Figura 27.</i> Interfaz de Usuario. fail_activity.	87
<i>Figura 28.</i> Criterio estadístico GEH.....	88
<i>Figura 29.</i> Distribución de datos Largo de Fila	94
<i>Figura 30.</i> Distribución de datos del flujo vehicular.....	94
<i>Figura 31.</i> Largo de fila a lo largo del día.....	95
<i>Figura 32.</i> Flujo vehicular a lo largo del día	96
<i>Figura 33.</i> Temperatura Raspberry Pi B+	98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Funciones Principales de LabVIEW</i>	15
Tabla 2. <i>Funciones LabVIEW para conexión con Arduino</i>	17
Tabla 3. <i>Especificaciones Técnicas ARDUINO MEGA 2560. Tomado de (Arduino, s.f.)</i>	19