



**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR  
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**OPTIMIZACIÓN DE UN MEDIDOR ELÉCTRICO INTELIGENTE BIFÁSICO**

Por:  
Andrés Suárez Figueroa

**PROYECTO DE GRADO**  
Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar  
como requisito parcial para optar al Título de  
Ingeniero Electrónico

**Sartenejas, en algún momento de 2018**



**UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR  
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**OPTIMIZACIÓN DE UN MEDIDOR ELÉCTRICO INTELIGENTE BIFÁSICO**

Por:  
Andrés Suárez Figueroa

Realizado con la asesoría de:  
Anibal Carpio  
Fabio

**PROYECTO DE GRADO**  
Presentado ante la Ilustre Universidad Simón Bolívar  
como requisito parcial para optar al Título de  
Ingeniero Electrónico

**Sartenejas, en algún momento de 2018**



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR  
DECANATO DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
COORDINACIÓN DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

## OPTIMIZACIÓN DE UN MEDIDOR ELÉCTRICO INTELIGENTE BIFÁSICO

PROYECTO DE GRADO,  
PRESENTADO POR:  
Andrés Suárez Figueroa, Carnet 12-10925

### RESUMEN

Los C-ITS (del inglés, *Cooperative Intelligent Transportation Systems*) son cada vez más, una realidad en la sociedad, aportando soluciones, y comodidades a la hora de manejar, resuelven una gran cantidad de inconvenientes presentes en el ámbito automovilístico. Con la finalidad de contribuir con el desarrollo de los mismos, el presente trabajo busca elaborar algoritmos inteligentes para realizar distintas maniobras cooperativas entre vehículos automatizados y semi-automatizados, basados en comunicaciones V2V, los cuales se puedan ver implementados en entornos reales y virtuales. Dentro de estas maniobras ejecutadas se pueden destacar: El ACC (del inglés, *Adaptive Cruise Control*), *Stop and Go* y ACC con Control Lateral, las cuales se diseñaron bajo la lógica difusa y se probaron empleando el simulador Dynacar. Simulador, que, conjunto a los vehículos Renault Twizy sirvieron para validar, no solo las maniobras sino también el sistema de comunicación comercial, al probar los mismos en tres entornos distintos, PC - PC, Vehículo - Vehículo (V2V), y Vehículo - PC.

**Palabras Claves:** Sistemas Inteligentes de Transporte Cooperrativos, Maniobras Cooperrativas, Comunicaciones V2V, ACC, Control Lateral, Sistema de Comunicación Comercial

## **Agradecimientos**

# Lista de Abreviaturas

ACC	Control crucero adaptativo, del inglés: <i>Adaptative Cruise Control</i> .
ADAS	Sistemas avanzados de asistencia al conductor, del inglés: <i>Advanced Driver Assistance Systems</i> .
AP	puntos de acceso, del inglés: <i>Access Point</i> .
ARIB	Asociación de Industrias y Negocios de Radio, del inglés: <i>Association of Radio Industries and Businesses</i> .
ASK	Modulación por Desplazamiento de Amplitud, del inglés: <i>Amplitud-Shift Keying</i> .
CACC	Control de Crucero Adaptativo Cooperativo, del inglés: <i>Cooperative Adaptative Cruise Control</i> .
CACS	Sistema Integral Automovilístico de Control de Tráfico, del inglés: <i>Comprehensive Automobile Traffic Control System</i> .
CALM	Arquitectura de Acceso a Comunicaciones Terrestres Móviles, del inglés: <i>Communications Acces for Land Mobiles</i> .
CAM	Mensaje de Conciencia Cooperativo (del inglés: <i>Cooperative Awareness Message</i> ).
CAN	Red Controladora del Área, del inglés: <i>Controller Area Network</i> .
CCH	Canal de Control, del inglés: <i>Control CHanel</i> .
CEN	Comité Europeo de Estandarización, del inglés: <i>European Committee for Standardization</i> .
C-ITS	Sistemas Inteligentes de Transporte Cooperativos, del inglés: <i>Cooperative Intelligent Transport Systems</i> .
CSMA/CA	Acceso Múltiple por Detección de Portadora y Prevención de Colisiones, del inglés: <i>Carrier Sense Multiple Acces with Collision Avoidance</i> .

DGPS	Sistema de Posicionamiento Global Diferencial, del inglés <i>Differential Global Positioning System</i> .
DENM	Mensaje de Notificación Decentralizada del Ambiente, del inglés: <i>Decentralized Environmental Notification Message</i> .
DLC	Control de Enlace de Datos, del inglés: <i>Data Link Level</i> .
DSRC	Comunicaciones de Corto Alcance, del inglés: <i>Dedicated Short Range Communication</i> .
DSS	Espectro Expandido por Secuencia Diercta, del inglés: <i>Direct Sequence Spread Spectrum</i> .
EAP	Protocolo de Seguridad Extendida, del inglés: <i>Extensible Authentitication Protocol</i> .
EDCA	Acceso Mejorado al Canal Distribuido, del inglés: <i>Enhanced Distributed Channel Access</i> .
ECU	Unidad de Control del Motor, del inglés: <i>Engine Control Unit</i> .
ESO	Organización Europea de Estandarización, del inglés: <i>European Standardization Organization</i> .
ETSI	Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones, del inglés: <i>European Telecommunications Standards Institute</i> .
FCC	Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos, del inglés: <i>Federal Communications Commision</i> .
FHSS	Espectro Expandido por Salto de Frecuencia, del inglés: <i>Frequency Hop-ping Spread Spectrum</i> .
GPS	Sistemas de posicionamiento global, del inglés: <i>Global Positioning Sys-tems</i> .
GUI	Interfaces Gráficas de Usuario, del inglés: <i>Graphical User Interface</i> .
IDE	Entorno de Desarrollo Integrado, del inglés: <i>Integrated Development En-vironment</i> .
IEEE	Instituto de ingenieros electricistas y electrónicos, del inglés: <i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> .
IMU	Unidad de Medición Inercial, del inglés: <i>Intertial Measurement Unit</i> .
ISM	Industriales, Científicas y Médicas, del inglés: <i>Industrial, Scientific and Medical</i> .

ISO	Organización Internacional de Normalización, del inglés: <i>International Organization for Standardization</i> .
ITS	Sistemas inteligentes de transporte, del inglés: <i>Intelligent Transportation Systems</i> .
ITU	Internacional de Telecomunicaciones, del inglés: <i>International Telecommunications Union</i> .
LIDAR	Detección de Luz y Medición de Distancia, del inglés: <i>Light Detection And Ranging</i> .
MAC	Control de Acceso al Medio, del inglés: <i>Media Acces Control</i> .
MANET	Red Ad-Hoc Móvil, del inglés: <i>Moblle Ad-Hoc Network</i> .
MCO	Operador Multi Canal, del inglés: <i>Multi-Channel Operator</i> .
MITTI	Ministerio de Industria y Comercio Internacional de Japón, del inglés: <i>Ministry of International Trade and Industry</i> .
OCB	Esquema de Encriptación Autenticada, del inglés: <i>Offset Codebook Mode</i> .
OBU	Unidad a Bordo, del inglés: <i>On Board Unti</i> .
OFDM	Modulación por División Ortogonal de Frecuencias, del inglés: <i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i> .
ONU	Organización de las Naciones Unidas del inglés: <i>Organization of United Nation</i> .
OSI	Interconexión de Sistemas Abiertos, del inglés: <i>Open System Interconnec-tion</i> .
PLC	Controlador Lógico Programable, del inglés: <i>Programable Logic Conto-llers</i> .
PSK	Modulación por Desplazamiento de Fase, del inglés: <i>Phase Shift Keying</i> .
PWM	Modulación por Ancho de Banda, del inglés: <i>Pulse-Width Modulation</i> .
QoS	Calidad de Servicio, del inglés: <i>Quality of Service</i> .
RSU	Unidades en Vía, del inglés: <i>Road Side Unit's</i> .
SAE	Sociedad de Ingenieros de Automoción, del inglés: <i>Society of Automotive Engineers</i> .
TCP	Protocolo de Control de Transmisión, del inglés: <i>Transmission Control Protocol</i> .

UDP	Protocolo de Datagrama de Usuario, del inglés: <i>User Datagram Protocol</i> .
V2I	Vehículo con Infraestructura, del inglés: <i>Vehícle to Infrastructure</i> .
V2N	Vehículo con la Red, del inglés: <i>Vehícle to Network</i> .
V2P	Vehículo con Peatón, del inglés: <i>Vehícle to Pedestrian</i> .
V2V	Vehículo con Vehículo, del inglés: <i>Vehícle to Vehícle</i> .
V2X	Vehículo con Todo, del inglés: <i>Vehícle to Everething</i> .
VANET	Redes Ad-Hoc Vehicular, del inglés: <i>Vehicular Ad-Hoc Network</i> .



# Índice general

<b>Resumen</b>	<b>III</b>
<b>Lista de Abreviaturas</b>	<b>V</b>
<b>Índice general</b>	<b>IX</b>
<b>Índice de figuras</b>	<b>X</b>
<b>Índice de tablas</b>	<b>XI</b>
<b>1. Marco Teórico</b>	<b>1</b>
1.1. Teorema de muestreo . . . . .	1
<b>2. Desarrollo</b>	<b>2</b>
2.1. Estableciendo parametros de muestreo . . . . .	2
2.2. Eleccion de dispositivo para procesamiento . . . . .	2
<b>Bibliografía</b>	<b>3</b>

# Índice de figuras

# Índice de tablas

# **Capítulo 1**

## **Marco Teórico**

### **1.1. Teorema de muestreo**

# Capítulo 2

## Desarrollo

### 2.1. Estableciendo parametros de muestreo

### 2.2. Eleccion de dispositivo para procesamiento

Se evaluaron unidades de procesamiento de distintas compañías y los disponibles en el laboratorio del grupo de Sistemas Industriales y Electrónica de Potencia capaces de realizar las funciones del MEI. Por parte de la empresa "Texas Instruments" los dispositivos TMS320F28027 y TMS320F28069 pertenecientes a la familia C2000 - Piccolo, de la empresa "National Instruments" el myRIO-1900 y por ultimo de la familia Intel el Arduino UNO.

# Bibliografía