



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL  
DE VELOCIDAD PARA AUTOMÓVILES A INYECCIÓN BASADO EN EL  
POSICIONAMIENTO GLOBAL”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

**AUTORES: EDISSON SANTIAGO FREIRE VILLAFUERTE**  
**RICHARD OMAR CHALAN ANALUISA**

**TUTOR: ING. HENRY ERNESTO VALLEJO V.**

Riobamba – Ecuador

2017

©2017, Freire Villafuerte Edison Santiago y Chalán Analuisa Richard Omar.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo a la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación : IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL DE VELOCIDAD PARA AUTOMÓVILES A INYECCIÓN BASADO EN EL POSICIONAMIENTO GLOBAL, de responsabilidad de los señores Edison Santiago Freire Villafuerte y Richard Omar Chalán Analuisa, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Titulación , quedando autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Washington Luna E. <b>DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA</b>	-----	-----
Ing. Freddy Chávez V. <b>DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES</b>	-----	-----
Ing. Henry Vallejo <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	-----	-----
Ing. José Guerra <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	-----	-----

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Nosotros, EDISSON SANTIAGO FREIRE VILAFUERTE y RICHARD OMAR CHALÁN ANALUISA somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

-----  
**Edisson Santiago Freire Villafuerte**  
**180432739-1**

-----  
**Richard Omar Chalán Analuisa**  
**180469756-1**

## **DEDICATORIA**

Es mi mayor orgullo dedicar el presente trabajo de titulación a mis padres ELVIA y LUIS quienes siempre me brindaron su apoyo incondicionalmente quienes creyeron en mí, teniendo en mi madre su cariño, comprensión y siendo estos el pilar fundamental de mi vida académica, a mi padre ejemplo de constancia y superación personal. A mis hermanas y sobrina quienes me han dado fortaleza en mis momentos de flaqueza gracias a su apoyo en todo sentido, teniendo en ustedes un buen ejemplo hacia mi vida profesional por esta razón este triunfo se lo dedico a ustedes por ser mi todo y mi razón de superación.

**Richard Omar**

El trabajo de titulación es un placer decirles a mis padres Marcelo y Blanca los cuales siempre me apoyaron para culminar mi estudio y creyeron siempre en mí con su apoyo incondicional en todos los momentos. A mi hermano por el apoyo en los momentos difíciles me supo apoyar para poder sobrellevar todos los obstáculos presentados durante el trabajo de titulación.

**Edisson Santiago**

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarme la oportunidad de obtener una profesión para servicio de la sociedad y el país.

Agradezco al Ing., Henry Vallejo y al Ing., José Guerra, Director y miembro del trabajo de titulación respectivamente por haberme permitido recurrir a su capacidad y experiencia para encaminar con éxito el presente trabajo.

Edisson Santiago y Richard Omar

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ACRÓNIMO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>DC</b>	Corriente directa
<b>PWM</b>	Modulación por ancho de pulso.
<b>RPM</b>	Revoluciones por minuto.
<b>ECM</b>	Módulo de control electrónico.
<b>PCM</b>	Modulo de control del tren motriz.
<b>PIC</b>	Circuito integrado programable.
<b>CI</b>	Circuito integrado.
<b>RMU</b>	Remuneración mínima unificada.
<b>LOTTTSV</b>	Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial.
<b>ECU</b>	Unidad de control electrónico.
<b>ANT</b>	Agencia nacional de transporte.
<b>VSS</b>	Vehicle speed sensor (sensor de velocidad).
<b>LCD</b>	Pantalla de cristal líquido.
<b>EPROM</b>	Memoria solo de lectura programable.
<b>EEPROM</b>	Memoria solo de lectura programable y borrrable eléctricamente.
<b>mA</b>	Miliamperios.
<b>A</b>	Amperios.
<b>V</b>	Voltios.
<b>VDC</b>	Voltaje de corriente directa.
<b>VAC</b>	Voltaje de corriente alterna.
<b>W</b>	Watt o vatio.
<b>KW</b>	Kilovatio.
<b>GL</b>	Galones.
<b>GADs</b>	Gobiernos Autónomos Descentralizados

<b>COIP</b>	Código Orgánico Integral Penal.
<b>KM</b>	Kilometro.
<b>KM/H</b>	Kilometro por hora.
<b>MM</b>	Milímetro.
<b>MHz.</b>	Megahercio
<b>CAD</b>	Diseño asistido por computadora.
<b>CKP</b>	Sensor de posición del cigüeñal.
<b>ABC</b>	Airway Breathing Circulation
<b>OTC</b>	Over the counter.
<b>Ms</b>	milisegundos.
<b>TW</b>	Tiempo de estado activo.
<b>TH</b>	Periodo de la señal.
<b>PCB</b>	Plaqueta de circuito impreso.
<b>NMEA</b>	National Marine Electronics Association.
<b>GDB</b>	Gnu Project Debugger.
<b>INEC</b>	Instituto Nacional de Estadística y Censos
<b>UTM</b>	Universal Transverse Mercator.

## TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
PORTADA	
DERECHO DE AUTOR.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	ix
TABLA DE CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xvi
ÍNDICE DE MAPAS.....	xvii
INDICE DE FORMULAS.....	xviii
INDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN.....	xx
ABSTRACT.....	xix
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>6</b>
1.1. <b>Normativa Legal de la República del Ecuador L.O.T.T.S.V .....</b>	<b>6</b>
1.1.1. <i>Capítulo sexto del COIP de los Límites de Velocidad .....</i>	<i>6</i>
1.1.2. <i>Velocidad para Vehículos Livianos y Motocicletas :.....</i>	<i>7</i>
1.1.3. <i>Artículos de Sanciones por Exceso de Velocidad .....</i>	<i>7</i>
1.2. <b>Sistema de Control de Velocidad del Vehículo .....</b>	<b>9</b>
1.2.1. <i>Control de Velocidad de Crucero .....</i>	<i>9</i>
1.2.1.1. <i>Tipos de Controles de Velocidad Crucero .....</i>	<i>10</i>
1.2.2. <i>Limitador de Velocidad .....</i>	<i>11</i>
1.2.3. <i>Control de Volumen de Inyección .....</i>	<i>11</i>

1.2.3.1.	<i>Motor en relenti</i> .....	12
1.2.3.2.	<i>Motor en dutty</i> .....	12
1.3.	<b>Sistema de Inyección</b> .....	14
1.3.1.	<b>Inyector</b> .....	15
1.3.1.1.	<i>Clasificación del Sistema de Inyección</i> .....	15
1.4.	<b>Sistemas de Control Automático</b> .....	16
1.4.1.	<i>Sistema de Control de Lazo Abierto</i> .....	16
1.4.2.	<i>Sistema de Control de Lazo Cerrado</i> .....	17
1.4.3.	<i>Comparación Sistema Lazo Abierto y Sistema de Lazo Cerrado</i> .....	17
1.4.4.	<i>Control de Combustible en Lazo Cerrado</i> .....	18
1.5.	<b>Sensores del Vehículo para el Control de Velocidad</b> .....	19
1.5.1.	<i>Sensor de Velocidad Vss (Vehicle Speed Sensor)</i> .....	19
1.5.2.	<i>Tipos de Sensores VSS</i> .....	20
1.5.3.	<i>Sensor de Oxígeno</i> .....	21
1.6.	<b>Placas y Dispositivos para el Sistema Electrónico de Control</b> .....	21
1.6.1.	<i>Placas de Desarrollo</i> .....	22
1.6.1.1.	<i>Arduino</i> .....	22
1.6.1.2.	<i>Intel Galileo</i> .....	22
1.6.2.	<i>Módulos GPS</i> .....	23
1.7.	<b>Aplicaciones para el Estudio del Sistema de Geo-posicionamiento</b> .....	24
1.7.1.	<i>Posicionamiento Global</i> .....	24
1.7.2.	<i>Componentes del Sistema de Posicionamiento Global</i> .....	25
1.7.3.	<i>Sistema ARCGIS para el Posicionamiento</i> .....	26
1.7.4.	<i>Herramienta ArcMap</i> .....	27

## CAPÍTULO II

2.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	28
2.1.	<b>Introducción</b> .....	28
2.2.	<b>Requerimientos del Sistema Electrónico a Desarrollar</b> .....	28

2.3.	<b>Concepción General del Sistema Electrónico</b> .....	29
2.3.1.	<i>Arquitectura del Sistema Electrónico de Control</i> .....	29
2.3.2.	<i>Etapas de Control del Sistema</i> .....	30
2.3.3.	<i>Control de Lazo Cerrado para el Dispositivo</i> .....	32
2.3.4.	<i>Selección de los Dispositivos que Integran el Sistema Electrónico</i> .....	33
2.3.4.1.	<i>Pantalla LCD 20x4</i> .....	33
2.3.4.2.	<i>Fuente Conmutada</i> .....	34
2.3.4.3.	<i>Relé</i> .....	34
2.3.4.4.	<i>Transistor 3904 NPN</i> .....	35
2.3.4.5.	<i>Shield GPS 6MV2</i> .....	35
2.3.4.6.	<i>Módulo microSd</i> .....	37
2.4.	<b>Elección de la Placa de Programación para el Sistema</b> .....	37
2.4.1.1.	<i>Arduino UNO</i> .....	38
2.4.2.	<i>Diseño del Hardware del Sistema Electrónico Limitador</i> .....	39
2.5.	<b>Delimitación del Cantón Ambato Aplicando buffers en el software ArcGIS</b> ..	40
2.5.1.	<i>Ubicación del cantón Ambato en Arcgis y su verificación en google Earth</i> .....	41
2.5.2.	<i>Modelamiento de la Información Geodésica a Coordenadas planas para el Sistema</i> .....	46
2.5.3.	<i>Obtención de las Coordenadas Rectangulares XYZ del Cantón</i> .....	51
2.5.4.	<i>Translación de Ejes para los buffers</i> .....	51
2.6.	<b>Algoritmo para la Geo-referenciación las Zonas de acuerdo a las Velocidades</b> .....	53
2.6.1.	<i>Descripción de la Función Convertir Coordenadas del Algoritmos a Desarrollar</i> .....	55
2.7.	<b>Desarrollo del Control de Velocidad</b> .....	55
2.7.1.	<i>Variación del punto centro para la programación</i> .....	55
2.7.2.	<i>Modificación de la Señal del sistema de Inyección</i> .....	56
2.7.3.	<i>Simulación del Proceso de Control de Velocidad para el Posicionamiento Global.</i> .....	56
2.8.	<b>Vehículo de prueba para el Sistema Electrónico del limitador</b> .....	58
2.8.1.	<i>Señales de Salida Mostradas en el Socket del Inyector</i> .....	59
2.8.2.	<i>Modificación a Realizar en el sistema de inyección del Auto</i> .....	60
2.9.	<b>Diseño e Implementación de la PCB (Printed Circuit Board)</b> .....	61

2.9.1.	<i>Diseño de las placas PCB.</i>	62
2.9.2.	<i>Implementación de PCB</i>	63
2.10.	<b>Instalación del Sistema Electrónico en el Automóvil</b>	64

### **CAPÍTULO III**

3.	<b>MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN</b>	65
3.1.	<b>Pruebas de Funcionamiento del Sistema en el Vehículo</b>	65
3.2.	<b>Resultados para delimitación de zonas con la Shield GPS</b>	68
3.3.	<b>Pruebas de interrupciones para el sistema Geo posicionado</b>	70
3.4.	<b>Prueba de Comunicación de la Posición del Sistema Implementado con el GPS de Android</b>	71
3.5.	<b>Pruebas del Sensor de Velocidad del Sistema Vs el del Vehículo</b>	72
3.6.	<b>Prueba para el Sistema Electrónico en la alimentación en el Auto sin Carga</b>	73
3.6.1.	<i>Efecto del Sistema en la Vida útil de la Batería en el Automóvil con Carga</i>	74
3.7.	<b>Análisis de Costos del Sistema Electrónico de Control</b>	75

**CONCLUSIONES**.....76

**RECOMENDACIONES**.....77

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> Límites de velocidad de acuerdo a rangos establecidos por la ANT. ....	7
<b>Tabla 2-1:</b> Límites de velocidad del Sistema Implementado. ....	8
<b>Tabla 3-1:</b> Comparación de la clasificación del sistema de inyección.....	15
<b>Tabla 4-1:</b> Comparación de lazo Abierto y lazo Cerrado .....	18
<b>Tabla 1-2:</b> Dispositivos y Elementos del sistema .....	38
<b>Tabla 2-2:</b> Ubicación de un punto GPS en coordenadas WGS84 .....	46
<b>Tabla 3-2:</b> Elipsoide la tierra determina Semi ejes .....	47
<b>Tabla 1-3:</b> Delimitación de zonas con Arcgis.....	68
<b>Tabla 2-3</b> Tiempo de Establecimiento del GPS .....	70
<b>Tabla 3-3</b> Interrupción de sistema en alto y bajo .....	71
<b>Tabla 4-3</b> Análisis de fiabilidad de la información.....	72
<b>Tabla 5-3</b> Análisis de la información del Sensor Velocidad.....	73
<b>Tabla 6-3</b> Potencia absorbida del Sistema .....	73
<b>Tabla 7-3</b> Potencia del Acumulador de energía de 12V .....	74
<b>Tabla 8-3:</b> Costos de Fabricación para el dispositivo .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1</b>	Verificación del auto de acuerdo a la velocidad permitida .....	10
<b>Figura 2-1</b>	Sistema de inyección con la ECU .....	14
<b>Figura 3-1</b>	Inyector del Vehículo de Prueba.....	15
<b>Figura 4-1</b>	Sistema de Lazo Abierto.....	17
<b>Figura 5-1</b>	Sistema de lazo Cerrado .....	17
<b>Figura 6-1</b>	Modelo de lazo Abierto en el Automóvil.....	18
<b>Figura 7-1</b>	Partes del Sensor Vss.....	20
<b>Figura 8-1</b>	Sistema de Comunicación de los satélites.....	25
<b>Figura 9-1</b>	Receptor del GPS para su posición .....	26
<b>Figura 1-2</b>	Arquitectura del Sistema de control del limitador.....	30
<b>Figura 2-2</b>	Display LCD 20x4.....	33
<b>Figura 3-2</b>	Fuente conmutada.....	34
<b>Figura 4-2</b>	Transistor elemento del sistema electrónico .....	35
<b>Figura 5-2</b>	Shield GPS GEO 6MV12 NEO .....	36
<b>Figura 6-2</b>	Modulo SD .....	37
<b>Figura 7-2</b>	Placa Arduino Uno .....	39
<b>Figura 8-2</b>	Esquema de Conexión del sistema Electrónico.....	40
<b>Figura 9-2</b>	Vista del Planeta en Relación a Cilindro Transverso .....	49
<b>Figura 10-2</b>	Ubicación del eje de coordenadas X.....	50
<b>Figura 11-2</b>	Traslación teórica del sistema.....	52
<b>Figura 12-2</b>	Traslación de Ejes en el <i>software</i> de Arduino.....	55
<b>Figura 13-2</b>	Señal de Interrupciones del Sistema .....	56
<b>Figura 14-2</b>	Simulación de control de velocidad por el posicionamiento global .....	57
<b>Figura 15-2</b>	Chevrolet Aveo Emoción .....	58
<b>Figura 16-2</b>	Vista de la Señal en el osciloscopio .....	59
<b>Figura 17-2</b>	Señal simulada de los inyectores .....	60
<b>Figura 18-2</b>	Señal sobre revolucionada del Inyector .....	60
<b>Figura 19-2</b>	Ubicación del Sistema de alimentación de los Inyectores.....	61
<b>Figura 20-2</b>	Comunicación del Sistema de Inyección y Sistema Electrónico .....	61
<b>Figura 21-2</b>	Auto Routeo en Ares Proteus.....	62
<b>Figura 22-2</b>	Visualización de placa en tres dimensiones. ....	63
<b>Figura 23-2</b>	Ubicación y soldado de elementos en la PCB.....	63
<b>Figura 24-2</b>	Placa finalizada e incorporación de elementos .....	64
<b>Figura 25-2</b>	Ubicación de la PCB en el vehículo.....	64
<b>Figura 1-3</b>	Placa de funcionamiento.....	66

<b>Figura 2-3</b> Alimentación del módulo en el vehículo encendido .....	66
<b>Figura 3-3</b> Alimentación de la Shield GPS. ....	67
<b>Figura 4-3</b> Variación de voltajes en la señal de inyección.....	67
<b>Figura 5-3</b> Sistema implementado indicando la zona .....	68

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-1</b> Señal que recibe el Inyector .....	25
<b>Gráfico 2-1</b> Tipos del Sensor Vss.....	28
<b>Gráfico 1-2</b> Etapas del sistema Electrónico .....	30
<b>Gráfico 2-2</b> Diagrama de bloques del sistema en lazo Cerrado .....	32
<b>Gráfico 3-2</b> Algoritmo del Sistema electrónico de control .....	53

## ÍNDICE DE MAPAS

<b>Mapa 1-1</b>	Receptor del GPS para su posición .....	27
<b>Mapa 1-2</b>	Ubicación del cantón Ambato en Google Earth .....	40
<b>Mapa 2-2</b>	Ubicación de la Provincia en el sistema ArcGIS .....	41
<b>Mapa 3-2</b>	Ubicación de Zonas Rurales y Urbanas el sistema ArcGIS .....	41
<b>Mapa 4-2</b>	Vista Panorámica de la información el software ArcGIS .....	41
<b>Mapa 5-2</b>	Ubicación casas, edificios y viviendas en el sistema ArcGIS .....	43
<b>Mapa 6-2</b>	Buffers de viviendas para cada parroquia en el sistema ArcGIS .....	43
<b>Mapa 7-2</b>	Buffer Prioritario para la ciudad el sistema ArcGIS .....	44
<b>Mapa 8-2</b>	Sistema final para cada zona en el software ArcGIS .....	51
<b>Mapa 9-2</b>	Traslación del eje original en el sistema UTM .....	51
<b>Mapa 10-2</b>	Traslación el nuevo centro de Origen .....	52
<b>Mapa 1-3</b>	Zonas para delimitar la velocidad.....	68

## ÍNDICE DE FORMULAS

<b>Ecuación 1-1.</b> Periodo de inyección en estado Duty.....	13
<b>Ecuación 1-2.</b> Porcentaje del Duty .....	25
<b>Ecuación 2-1.</b> Radio Promedio de elipsoide de la tierra .....	47
<b>Ecuación 2-2</b> Radio 2 desde otra perspectiva .....	47
<b>Ecuación 2-3</b> Aplanamiento de la tierra .....	47
<b>Ecuación 2-4</b> Factor aplanamiento constaste .....	48
<b>Ecuación 2-5</b> Conversión grados a números decimales .....	48
<b>Ecuación 2-6</b> Conversión de grados decimales a radianes.....	48
<b>Ecuación 2-7</b> Cálculo del huso horario.....	49
<b>Ecuación 2-8</b> Parámetro de ubicación huso horario.....	50
<b>Ecuación 2-9</b> Variación de índice de huso horario .....	51
<b>Ecuación 2-10</b> Parámetro de meridiano de Greenwich.....	51
<b>Ecuación 2-11</b> Traslación del eje x al nuevo origen .....	51
<b>Ecuación 2-12</b> Traslación del eje y al nuevo origen .....	51
<b>Ecuación 2-13</b> Traslación del eje X' .....	51
<b>Ecuación 2-14</b> Traslación del eje Y' .....	51
<b>Ecuación 3-1</b> Determinación de distribución mayoritaria.....	69
<b>Ecuación 3-2</b> CV de ubicación del Sistema Electrónico.....	72
<b>Ecuación 3-3</b> Calculo del Error Absoluto.....	72
<b>Ecuación 3-4</b> Tiempo de descarga de la batería.....	74
<b>Ecuación 3-5</b> Tiempo de vida de la batería.....	74

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A</b>	DataSheet del LCD 20X4
<b>Anexo B</b>	DataSheet Arduino Uno
<b>Anexo C</b>	DataSheet del módulo GPS
<b>Anexo D</b>	DataSheet del convertidor 4805 DC/DC
<b>Anexo E</b>	DataSheet del transistor 3904
<b>Anexo F</b>	DataSheet relé
<b>Anexo G</b>	DataSheet de la ECU del Vehículo
<b>Anexo H</b>	Código Matlab comprobación de Parámetros UTM
<b>Anexo I</b>	Código del sistema

## RESUMEN

Se implementó un sistema electrónico de control de velocidad para automóviles a inyección basado en el posicionamiento que consta de dos partes importantes como: la comunicación satelital y el control del sistema de inyección vehicular. La comunicación satelital se basa en la obtención de datos en protocolo de navegación NMEA (National Marine Electronics Association) en forma vectorizada de esta manera tener una trama con la longitud, latitud y velocidad. La trama es des-vectorizada, con el método de Coticchia-Surace, se convierte a coordenadas planas y con geometría analítica se obtiene la traslación de los ejes para cada caso. El *software* Arcgis permitió crear *buffers* de estudio en el cantón Ambato para trazar los límites, el cual restringe las velocidades establecidas en la Ley de Tránsito por zonas, 50Km/h para las urbanas, 70Km/h para las rurales o perimetrales y 90 Km/h en carretera. En el control del sistema de inyección se maneja las señales de los socalos que alimentan los inyectores, con las pruebas del funcionamiento del sistema electrónico se elabora la estrategia de programación que acondicione la información que se ejecuta en tiempo real, se trabajó con interrupciones por tiempo que reducen y controlan la velocidad. El sistema fue probado en un automóvil Chevrolet que respondió de manera adecuada a los cambios de velocidad producidos por el cambio de zona registrado por el posicionamiento global. Se concluye que el sistema implementado funciona de manera estable, garantizando el cambio y control de velocidad automático según la zona, manteniendo sus componentes a temperatura normal, con un consumo de corriente de 0.48% de la vida útil total de la batería de automóvil. Se recomienda realizar un mantenimiento periódico de los inyectores para que cumplan con los requerimientos establecidos por el sistema.

**PALABARAS CLAVE:** <TECNOLOGIA Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA>, <CONTROL AUTOMÁTICO>, <SISTEMA ELECTRÓNICO LIMITADOR>. <TECNOLOGÍA GPS>, < TRASLACIÓN DE ZONA >, < PLACA DE DESARROLLO >. < SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA>.<INTERRUPCIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN>.

## ABSTRACT

An electronic speed control system was implemented for automobile with injection in the positioning that consists of two important parts as :satellite communication and control of the vehicle injection system .Satellite communication is based on obtaining data in NMEA(National Marine Electronics Association ) navigation protocol in a vectorized way in order to have a plot with the length, latitude and speed .The plot is un-vectorized ,with the Coticchia-Surace method ,converted to plane coordinates and with analytical geometry ,the translation of the axes is obtained for each case. The Arcgis software permits to create study *buffers* at Ambato canton to draw the limits, which limits the speeds established in the Traffic Law by zone , 50 km / h for urban ,70km /h for rural or perimeter and 90km / h on the road .In the control of the injection system ,the signals of the sockets that feed the injectors are handled ,with the operation tests of the electronic system ,the programming strategy is elaborated to condition the information that is executed in real time and worked with interruption by time which reduce and control the speed. The system was tested on a Chevrolet car that responded appropriately to the speed changes produced by the zone change registered by the global positioning .It is concluded that the implemented system works in a stable way ,guaranteeing the change and automatic speed control according to the zone ,keeping its components at normal temperature ,with a current consumption of 0.48% of the total useful life of the battery car .Periodic maintenance of the injectors is recommended to comply with the requirements established by the system.

**KEYWORDS:** <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCE>, <AUTOMATIC CONTROL>, <ELECTRONIC LIMITING SYSTEM>. <GPS TECHNOLOGY>, < TRASLATION ZONE>, <DEVELOPMENT PLATE>. < ELECTRONIC INJECTION SYSTEM>.<INTERRUPTION OF INJECTION SYSTEM>.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de investigación analiza los sistemas de inyección de los vehículos, conjuntamente con los sistemas eléctricos y electrónicos internos de los automotores que permita la manipulación, ubicación y el análisis de los sistemas previamente mencionados. Lo que permitió diseñar y construir un dispositivo electrónico con tecnología GPS para el control de velocidad del vehículo con una interface gráfica y auditiva que permite la visualización de las diferentes zonas en la que se encuentre.

El dispositivo se encuentra instalado dentro del vehículo dado que se analiza la correcta información que entrega el módulo GPS así también el consumo de energía que absorbe el sistema al mantener conectado al sistema eléctrico del vehículo durante la vida de acumulador. Dando como resultado una buena captación de ubicación con una mayor eficiencia de consumo que significa que el acumulador de energía no se ve afectado por la instalación del sistema ya que su potencia no tiene una cantidad significativa en comparación al consumo total del vehículo.

Este prototipo se desarrolló como herramienta de ayuda para la conducción en lo cual se utilizó una placa programable arduino que tiene como finalidad controlar el sistema obteniendo variables de entrada como la posición y la velocidad así como también como visualizadores en el vehículo y actuadores para limitar la velocidad. Una ShieldGPS que descarga la información en tiempo real para ubicar el posicionamiento del vehículo para las distintas zonas con el método de Coticchia-Surace que permite obtener coordenadas planas las cuales se pueden programar y conseguir los parámetros para la delimitación.

El sistema se encuentra implementado con *hardware* y *software* de código abierto el cual permite la continuación para futuros trabajos por algún investigador interesado del presente proyecto.

El proyecto se llevó a cabo con el desarrollo de 3 capítulos los mismos que se describen a continuación del documento.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **ANTECEDENTES**

En los últimos años se han presentado varios inconvenientes debido al desconocimiento de las restricciones de velocidad en lugares con delimitación de velocidad, además el incumplimiento involuntario de la normativa a la cual se debe circular en diferentes vías y avenidas de la ciudad. Según la ANT de Tungurahua en el año 2015 el número de infractores por exceso de velocidad fueron de 10000 siendo este valor proporcional al número de accidentes generados parcialmente por el exceso de velocidad.

Con el afán de disminuir este número se implementó el sistema de foto-multas en las principales ciudades provocando así inconvenientes en los conductores. A causa de la escasa educación vial, la impericia en algunos conductores y la falta de señalética en ciertos lugares con velocidad restringida y está ocasionado la existencia de excesivas multas pero esto no ha influido para la reducción de los accidentes lo que es un problema a nivel nacional. Muchos de los vehículos del parque automotor no cuentan con un limitador de velocidad. Entonces en el 2004 ya se ha incorporado en algunas marcas como Volkswagen, Citroën, Mercedes Benz entre otras un limitador de velocidad crucero pero al ser de una sola velocidad no son eficientes debido a que el mismo conductor debe setear dicho límite de acuerdo al área en la que se encuentra en circulación con su vehículo.

Actualmente se busca mejorar la seguridad del conductor y del pasajero, de esta manera los sistemas eléctricos y electrónicos se han venido insertando en todas las áreas posibles, en las cuales existen procesos de control que pueden facilitar su operación y contribuir al cambio de la calidad de vida. El mercado automotor no ha sido la excepción por esta razón se vienen creando e implementando sistemas e instrumentos que mejoren el desempeño de un vehículo a la hora de transportarse personas.

Tal es así que en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Arteaga Morales Krystofer Andrés, en 2014 realizó una tesis de grado titulada DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LIMITADOR DE VELOCIDAD PROGRAMADO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS A GASOLINA DE ACUERDO A LA NORMATIVA ECUATORIANA VIGENTE. Pero este sistema en la actualidad es obsoleto, ya que no está siendo utilizado por estar implementado en un sistema de inyección mono-punto es por ello que la presente investigación busca desarrollar un sistema que permita

implementarse en autos con sistema de inyección multipunto en función al posicionamiento global y así determinar las velocidades máximas que el automotor debe circular limitando su velocidad automáticamente, el sistema se va a aplicar en un automóvil marca Chevrolet modelo Aveo año 2009.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo ayudara la implementación del sistema de control de velocidad en la seguridad del conductor para la prevención de accidentes por el exceso de velocidad en zonas de Ambato con velocidades restringidas?

## **SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

1. ¿Cuáles son los métodos para la reducción de la velocidad de un vehículo a inyección?
2. ¿Cómo seleccionar los elementos eléctricos y electrónicos para el montaje del sistema de control?
3. ¿Cuáles son los parámetros que se deben ajustar para el óptimo funcionamiento del sistema de control de velocidad?
4. ¿Cómo contribuirá el uso de la tecnología en la reducción de accidentes por exceso de velocidad, y que impacto socio-tecnológico tendrá en la ciudadanía?

## **JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

El presente trabajo de titulación se implementa un sistema de control automático, que permita ser usado como herramienta de ayuda para prevenir accidentes y una disminución de infracciones de tránsito ocasionados en las diferentes vías. Para lo cual se trabaja con una placa de desarrollo arduino y su *software* de código abierto con sus entornos simples, flexibles e incluso hay una gran variedad de librerías lo que facilita notablemente la utilización.

Permitiendo medir valores ambientales al recibir información de variedad de sensores y afectar sus alrededores controlando luces, motores y otros. Trabajando con una Shield GPS 6mv2-neo que, permite una mejor comunicación con el satélite para la obtención de señales.

## **JUSTIFICACIÓN APLICATIVA**

Con la implementación del prototipo en el área automotriz se presenta como una herramienta de ayuda que facilite la conducción tranquila y confiable, adicionalmente permita ayudar a los conductores a reconocer zonas donde las velocidades son restringidas y la escasa señalética es también un factor agravante que ocasiona infracciones de tránsito de manera inconsciente que por impericia puede producir accidentes de tránsito. El sistema de control para la reducción de la velocidad del vehículo es puramente electrónico, evitando ser invasivo con el vehículo. Para efectuar la limitación de velocidad el sistema cuenta con un módulo GPS el cual envía la información directamente del satélite.

La creación de diferentes *buffers* delimita la restricción de las zonas donde las velocidades deben cambiar de manera automática así también permita la interacción con el conductor con dispositivos visuales y sonoros que ayudan identificar cambio de zona que también afecta a disminuir accidentes de tránsito por el exceso de velocidad por esta razón el sistema funciona como herramienta para salvaguardar la seguridad de las personas.

Por lo tanto, se presenta una herramienta que ayude a la solución del control de velocidad para este tipo de vehículos. Dotando al conductor y a sus acompañantes una mayor seguridad, ayudando a la reducción de víctimas fatales en accidentes producidos por el exceso de velocidad en las vías.

Para terminar se destaca que el proyecto cumple con las expectativas del automatismo, que se encuentran en auge a nivel mundial. Esta herramienta tecnológica contribuirá a mejorar el confort en los conductores y directamente ayudará a la reducción de los accidentes mortales causados por el exceso de velocidad. Destacando de la misma manera que el sistema se podrá adecuar a cualquier tipo de vehículo liviano a gasolina con sistema de inyección electrónica.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Implementar un sistema electrónico de control de velocidad para automóviles a inyección basado en el posicionamiento global.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar el sistema electrónico a inyección de los vehículos.
- Analizar los requerimientos del sistema de control de velocidad para un vehículo con sistema de inyección a gasolina.
- Seleccionar los elementos adecuados para el sistema electrónico en función de los requerimientos del mismo.
- Diseñar el sistema electrónico acorde a las necesidades de nuestro medio y a los requerimientos del sistema.
- Diseñar e implementar las tarjetas electrónicas que realizarán el procesamiento y el control digital de las velocidades límite según el posicionamiento global.
- Seleccionar el método de procesamiento de señales analógicas o digital que se acople a los requerimientos del sistema electrónico a implementar.
- Poner operativo el sistema electrónico de control de velocidad.

## CAPITULO I

### 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En este capítulo se estudia las sanciones y multas establecidas por la Agencia Nacional de Tránsito en cuanto a los límites máximos y moderados de velocidad a las cuales los vehículos deben circular, así también las sanciones que presentan el irrespeto de las mismas. Se estudia el *software* Arcgis con el propósito de delimitar las zonas de tal manera restringir la velocidad aplicando ubicación georreferenciada. Se estudia el sistema de inyección vehicular, su funcionamiento y los sensores que intervienen. Además se estudia los diferentes controladores que se requiere diseñar para el funcionamiento del dispositivo finalmente los sensores que mejor se adaptan al sistema para la implementación.

#### 1.1. Normativa Legal de la República del Ecuador L.O.T.T.S.V

La ley de tránsito del Ecuador es clara en la aplicación de límites de velocidad acorde a sus competencias con sujeción a las políticas emanadas del Ministerio del Sector así como del control en las vías nacionales, en coordinación con los GADs de cada provincia Rigiéndose a los siguientes capítulos del COIP.

##### 1.1.1. *Capítulo sexto del COIP de los Límites de Velocidad*

Art. 190.- Las Unidades Administrativas y los GADs, en sus correspondientes jurisdicciones territoriales, determinarán los límites máximos de velocidad en las diferentes vías del país, pero de manera general se sujetarán a los límites establecidos en el presente capítulo. (Asamblea & Asamblea Nacional, 2014)

Art. 191.- Los límites máximos y rangos moderados de velocidad vehicular permitidos en las vías públicas, con excepción de trenes y autocarriles. (Asamblea & Asamblea Nacional, 2014)

### **1.1.2. Velocidad para Vehículos Livianos y Motocicletas:**

Las señales de tránsito deberán indicar tanto el límite de velocidad máximo como los rangos moderados. En caso de discrepancia entre los límites y rangos aquí indicados y los que se establezcan en las señales de tránsito, prevalecerán estas últimas La Agencia Nacional de Tránsito y los GADs de ser el caso y manteniendo la debida coordinación, podrán establecer límites menores de velocidad, por razones de prevención y seguridad, así por ejemplo para el transporte escolar, en áreas de seguridad, carga, o limitar el acceso a determinadas vías para determinados tipos de vehículos. Art. 192.- Los límites máximos de velocidad señalados en el artículo anterior, serán observados en vías rectas y a nivel, en circunstancias que no atenten contra la seguridad de otros usuarios. (Asamblea & Asamblea Nacional, 2014)

**Tabla 1-1:** Límites de velocidad de acuerdo a rangos establecidos por la ANT.

<b>Tipo de Vía</b>	<b>Lim. de Velocidad</b>	<b>Rango moderado (Art.142.g de la ley)</b>	<b>Fuera del rango moderado (Art.145.e de la ley)</b>
Urbana	50 km/h	50 km/h-<60km/h	>60 km/h
Perimetral	90 km/h	90 km/h-<60km/h	>120 km/h
Rectas de Carreteras	100 km/h	100 km/h-<60km/h	>135km/h
Curvas en Carreteras	60 km/h	60 km/h-<60km/h	>75km/h

**Fuente:** [http://www.ant.gob.ec/index.php/component/content/article/49-boletines/189-agencia-nacional-de-transito-participa-en-la-semana-de-seguridad-vial#.WEB4I8NX\\_IU](http://www.ant.gob.ec/index.php/component/content/article/49-boletines/189-agencia-nacional-de-transito-participa-en-la-semana-de-seguridad-vial#.WEB4I8NX_IU)

**Realizado Por:** FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

En la **Tabla 1-1** se indica el resumen de los límites de velocidad establecidos para el respeto de las leyes de tránsito existen sanciones económicas para el infractor que se rigen de acuerdo a los siguientes artículos.

### **1.1.3. Artículos de Sanciones por Exceso de Velocidad**

**Art. 193.-** Todos los vehículos al aproximarse a una intersección no regulada, circularán a una velocidad máxima de 30 Km/h., de igual forma cuando circulen por las zonas escolares, siendo el rango moderado en estos casos 35 km/h. (Asamblea & Asamblea Nacional, 2014)

**Art. 194.-** Se prohíbe conducir a velocidad reducida de manera tal que impida la circulación normal de otros vehículos, salvo que la velocidad sea necesaria para conducir con seguridad o en cumplimiento de disposiciones reglamentarias. (Asamblea & Asamblea Nacional, 2014)

**Artículo 386.-** contravenciones de tránsito de primera clase.-Será sancionados con pena privativa de libertad de tres días, multa de un salario básico unificado del trabajador en general y la reducción de 10 puntos en su licencia de conducir. (Asamblea & Asamblea Nacional, 2014)

En el literal 3 dice claramente la o el conductor que con un vehículo automotor, exceda los límites de velocidad fuera del rango moderado, establecidos en el reglamento correspondiente. (Asamblea & Asamblea Nacional, 2014)

**Artículo 389.-**contravenciones de tránsito de cuarta clase.- serán sancionados con multa equivalente al treinta por ciento de un salario básico unificado del trabajador en general, y reducción de seis puntos. (Asamblea & Asamblea Nacional, 2014)

En el literal 6 el o la conductora que con vehículo automotor exceda dentro de un rango moderado los límites de velocidad permitidos, de conformidad con los reglamentos de tránsito correspondientes.(Asamblea & Asamblea Nacional, 2014)

La **Tabla 2-1** resume el estudio de los artículos por exceder los límites de velocidad que ocasionan la reducción de puntos, sanciones económicas y la seguridad personal se determinan las diferentes velocidades para el sistema electrónico de control.

**Tabla 2-1:** Límites de velocidad del Sistema Implementado.

<b>Velocidad en</b>	<b>Límite de velocidad</b>
Urbana	50 km/h
Perimetral(Rural)	70 km/h
Carreteras	90 km/h

**Fuente:** FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

## 1.2. Sistema de Control de Velocidad del Vehículo

El sistema de control vehicular se desarrollan tecnológicamente cada vez más con la ayuda de microcontroladores externo o simplemente los proceso son rediseñados. La ECU controla de manera sincronizada pero de manera simple y robusta para potenciar los procesos, para el rendimiento de un vehículo se usan procesadores que captan la información, la procesan y la respuesta finalmente se ve mejorada en los actuadores de esta manera optimizando la forma de conducir. Basándose en sus funciones, características y usos se clasifican en dos categorías:

- El control de velocidad de crucero
- El limitador de velocidad

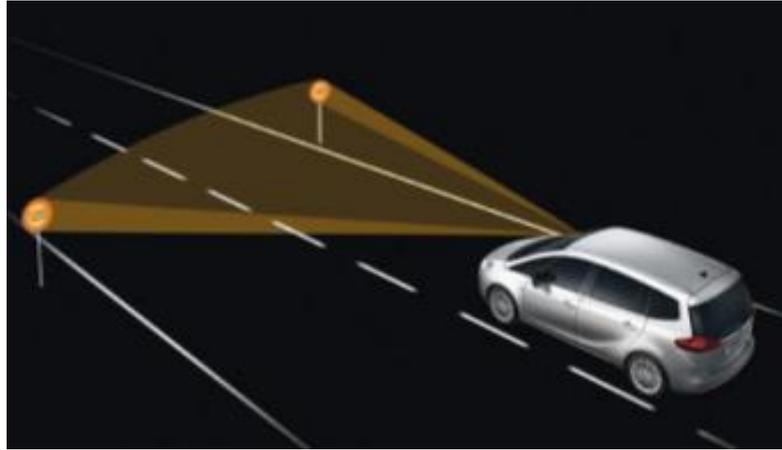
### 1.2.1. Control de Velocidad de Crucero

La velocidad crucero no es más un régimen donde el motor genera una velocidad constate en sus neumáticos en donde el conductor puede presionar o no el acelerador el cual se mantiene sin ninguna variación de aceleración.

El control de velocidad crucero (cruise control en inglés o tempomat en alemán), permite fijar la velocidad a la que se desea circular entre 35 y 200 Km/, permitiendo conducir de forma mucho más descansada y relajada ya que no existe la necesidad de presionar el pedal del acelerador. (Gómez Briones, 2013, <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/7042> )

También una ventaja que brinda una velocidad constante de circulación del vehículo que permite evitar el incremento de la velocidad pisando desmesuradamente el acelerador en zonas de velocidad moderada.

Como en la **Figura 1-1** los vehículos vanguardistas se encuentran con sistemas avanzados que miden la distancia que existe entre el vehículos de esta manera evitar colisiones por alcance, e inclusive existe visión artificial que permite detectar automáticamente letreros que establecen el límite de velocidad máxima permitida, para vincularla con el sistema y no excederla. (Gómez Briones, 2013, <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/7042> )



**Figura 1-1** Verificación del auto de acuerdo a la velocidad permitida

Fuente: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7042/1/T-ESPEL-MAI-0433.pdf>

Sin embargo una de las principales desventajas de este tipo de conducción automática es el consumo adicional de combustible y por tanto eso se traduce en mayor contaminación, ya que el sistema al mantener una velocidad fija y al pasar de una bajada a una subida no aprovecharía el momento o impulso que podría tomar de la bajada y utilizarla eficientemente en la subida. Y por otra parte el riesgo de tener exceso de velocidad y aceleración en curvas puede resultar peligroso. Cabe destacar que para la desactivación del sistema basta con pisar el pedal del freno o el pedal embrague. (Gómez Briones, 2013, <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/7042> )

Según (Seijo, 2009), se podría optimizar el sistema diseñando un control de velocidad de cruceo más eficiente, que “modificaría la velocidad en una horquilla en torno a la que queremos, consiguiendo la velocidad deseada de media pero adaptando la cantidad de gasolina inyectada en cada momento a la eficiencia que ésta vaya a producir.” De esta manera en algo se compensaría la topografía que presentan las carreteras. (Gómez Briones, 2013, p. <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/7042> )

#### *1.2.1.1. Tipos de Controles de Velocidad Crucero*

Según TROYA (2003) menciona, “que el funcionamiento de un control de cruceo para un motor a gasolina y un motor a diésel difiere en su funcionamiento. Pág. 9”.

En el caso de motores a gasolina el sistema de control de cruceo es un sistema electro neumático o electro mecánico que ajusta el ángulo del acelerador controlado por la ECU de control de cruceo, para mantener la velocidad prefijada. Si es electro neumático utiliza una bomba de vacío que acciona un actuador de vacío que se encarga de ajustar el ángulo del acelerador por medio de

una varilla, mientras que si es electro mecánico un servo motor se encarga de realizar dicha tarea. (Gómez Briones, 2013, p. <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/7042> )

### **1.2.2. Limitador de Velocidad**

El limitador de velocidad es un sistema de control que permite al conductor fijar una velocidad máxima a la cual desea circular, este dispositivo suele venir incorporado en algunos vehículos desde la fábrica, y se diferencia del control de velocidad crucero ya que no obliga a circular siempre a la velocidad preestablecida, sino que se activa siempre y cuando se exceda la velocidad programada. (Gómez Briones, 2013, p. <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/7042> )

**Limitador pasivo.**-Si el limitador de velocidad es pasivo y se rebasa el límite de velocidad, el sistema se limita a alertar con señales acústicas y luminosas del suceso y en algunos casos se presenta el endurecimiento instantáneo del pedal del acelerador.

**Limitador Activo.**-En el activo cuando se sobrepase la velocidad máxima el acelerador deja de responder y el vehículo no sobrepasará la velocidad establecida; sin embargo el conductor siempre podrá acelerar a fondo y recuperar toda la potencia del motor al instante para situaciones de emergencia. (Gómez Briones, 2013, p. <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/7042> )

Para el control de velocidad con la investigación y con la asesoría profesional en la parte automotriz se estudia el control de volumen de combustible que el inyector suministra al sistema el cual permite que el dispositivo limitador funcione de la manera esperada.

### **1.2.3. Control de Volumen de Inyección**

La cantidad combustible inyectada depende de la presión del sistema de combustible y del tiempo que el inyector esté encendido. La presión de combustible del sistema es controlada por el regulador de presión y el tiempo del inyector está controlada por la ECU. El tiempo que el inyector está encendido a menudo se denomina duración del ancho de pulso y se mide en milésimas de segundo (ms).el arranque en frío requiere la PWM máximo, el PWM depende principalmente de la carga del motor y de la variable temperatura del sistema de refrigeración del motor.

Cuando mayor es el PWM y la carga del motor, más se abre el aselador para que la mezcla aire combustible entra a la cámara de combustión el PWM se incrementa gradualmente. La frecuencia con que el PWM está en alto y en bajo determina que el motor entre en un momento de estabilidad de *relentí* y *dutty* para el control limitador de velocidad.

#### 1.2.3.1. *Motor en relentí*

Es un régimen en donde la parte de interés son la cantidad de revoluciones que el motor da en un intervalo de tiempo de la mezcla aire combustible en un periodo donde el conductor no ejerza presión en el acelerador también se considera un estado donde el motor llega a un régimen donde el motor permanece encendido sin apagarse o sobre acelerarse.

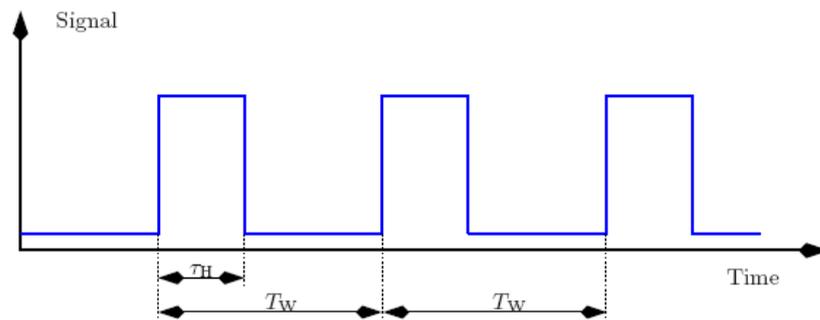
La válvula IAC (Válvula para el Control de Aire en Ralentí) es la encargada de suministrar la mezcla aire combustible para poder poner el motor en estado en ralentí sin embargo es una válvula que a menudo se ensucia y se daña por tal motivo provoca que el vehículo se sobre revolucione sin control.

#### 1.2.3.2. *Motor en dutty*

El "Ciclo de trabajo" (Duty Cycle) en términos electrónicos se define como la relación del tiempo requerido por el inyector en estado activo y pasivo dividido por el tiempo, la duración máxima de un pulso no puede ser mayor al "ciclo de trabajo"

El tiempo disponible del inyector es el tiempo requerido para completar dos revoluciones del motor. Al incrementarse las rpm del motor el tiempo disponible para la inyección disminuye y el inyector toma más y más porción del tiempo disponible mientras la velocidad del motor aumenta. Eventualmente se alcanza un punto en el cual el tiempo del ciclo del motor iguala al tiempo que el inyector necesita para liberar el total del combustible requerido. En este punto el inyector ha tomado el 100 % del tiempo disponible. (INYECCION ELECTRONICA GASOLIN, 2014, <http://www.fullmecanica.com/definiciones/i/1598-inyeccion-electronica-gasolina-tiempo-del-pulso> )

En la **Gráfico 1-1** se observa  $t_h$  es el tiempo en estado activo  $t_w$  es el periodo de la señal para calcular el ciclo duty.



**Gráfico 1-1** Señal que recibe el Inyector.

Fuente: <http://www.fullmecanica.com/definiciones/i/1598-inyeccion-electrinica-gasolina-tiempo-del-pulso>

$$D = 100 * \frac{th}{tw} \text{ Ecuación 1-1. Periodo de inyección en estado Duty}$$

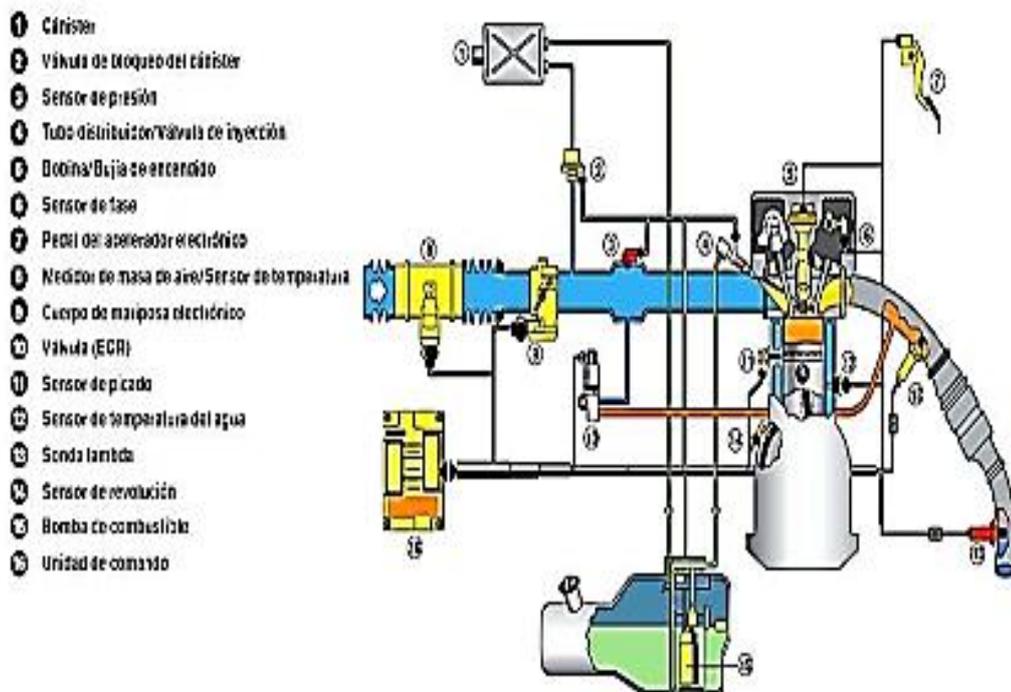
Para el periodo de la señal del inyector se tiene unos intervalos donde:

- 0% Duty: Cuando el ciclo duty es igual a cero significa que en ningún momento la señal se encuentra en estado alto, significa que la señal no entrega potencia. (INYECCION ELECTRONICA GASOLIN, 2014, <http://www.fullmecanica.com/definiciones/i/1598-inyeccion-electrinica-gasolina-tiempo-del-pulso> )
- 50% Duty: Al colocar el ciclo duty en 50%, significa que la mitad del periodo la señal se encuentra en estado alto, lo que significa que si utilizamos esta señal para alimentar un motor o prender un led, lo estaríamos haciendo con la mitad de la potencia que tenemos disponible, para el caso del led se notaría que la luz se enciende con menor intensidad y en el caso del motor se movería más rápido. (INYECCION ELECTRONICA GASOLIN, 2014, <http://www.fullmecanica.com/definiciones/i/1598-inyeccion-electrinica-gasolina-tiempo-del-pulso> )
- 75% Duty: Este caso significa que estamos entregando una potencia de salida del 75% de la máxima posible. (INYECCION ELECTRONICA GASOLIN, 2014, <http://www.fullmecanica.com/definiciones/i/1598-inyeccion-electrinica-gasolina-tiempo-del-pulso> )
- 100% Duty: Estamos entregando la totalidad de la potencia posible, lo que significa que la señal nunca se encuentra en estado bajo. (INYECCION ELECTRONICA GASOLIN, 2014, <http://www.fullmecanica.com/definiciones/i/1598-inyeccion-electrinica-gasolina-tiempo-del-pulso> )

### 1.3. Sistema de Inyección

Los sistemas de inyección fueron un gran paso en la industria automotriz para disminuir los índices de contaminación del medio ambiente y para el uso eficiente de combustible en los vehículos a motor por combustión que anteriormente usaban carburador tal dispositivo ni era controlado por ninguna condición ni controlado por algún procesador, puesto que los ciclos de combustión eran lo más próximos a lo ideal por esta razón las lecturas óptimas de cantidad de aire que ingresa a la cámara de combustión del motor y la inyección exacta de combustible mediante la gestión electrónica de sensores y los actuadores que componen parte importante del sistema de inyección.

La ECU (UNIT CONTROL ENGINE) es la encargada de distribuir la cantidad necesaria de combustible dependiendo de la información que reciba de los sensores como se muestra en la **Figura 2-1** que intervienen como son los de RPM y el sensor de oxígeno que en conjunto determinan la cantidad de combustible y aire que la ecu debe suministrar para aprovechar de mejor manera la mezcla aire combustible.



**Figura 2-1** Sistema de inyección con la ECU

Fuente: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3723/1/65T00119.pdf>

### 1.3.1. *inyector*

Son electro válvulas encargadas de suministrar la cantidad necesaria de combustible que gestionadas por la computadora del vehículo determina la cantidad y el momento de cada inyecciones en cada ciclo como se indica en la **Figura 3-1**. Una característica importante es la impedancia que presenta cada inyector para su correcto funcionamiento es de 10 a 15 ohmios y una temperatura de 20 °C.



**Figura 3-1** Inyector del Vehículo de Prueba

Fuente: <http://www.taringa.net/post/autos-motos/17856951/Inyeccion-Electronica-Sensores-nafta.html>

#### 1.3.1.1. *Clasificación del Sistema de Inyección*

La **Tabla 3-1** muestra la clasificación de los inyectores de acuerdo a características que determinan grupos con similares características.

**Tabla 3-1:** Comparación de la clasificación del sistema de inyección

Ubicación del inyector	Número de inyectores	Modo de inyección	Tipo de gestión
Directa	Mono punto	Simultanea	Mecánica
Indirecta	Multipunto	Secuencial	Electrónica
		Semis secuencial	Electromecánica

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

## 1.4. Sistemas de Control Automático

Los sistemas de control para procesos desempeñan un papel muy importante ya que aprovechan de mejor manera los recursos así también mejoran la eficiencia de las máquinas donde se requiera controlar variables tales como la presión temperatura humedad, flujo, etc.

“El control moderno se basa en el análisis del dominio temporal de los sistemas de ecuaciones diferenciales, simplificando el diseño de los sistemas de control porque se basa en un modelo del sistema real que se requiere controlar” (Katsuhiko Ogata, 2010, p.1).

Para sintetizar de mejor manera la teoría de los sistemas de control se necesita definir términos utilizados en el área:

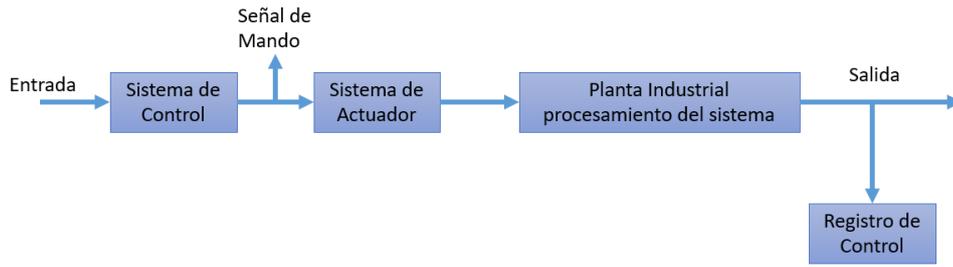
**Sistema:** Se define al sistema como una combinación de componentes que actúan juntos para lograr un objetivo determinado.

**Planta:** Se puede definir a la planta como el conjunto de procesos o de elementos de una máquina que funcionan juntos para realizar un trabajo.

**Proceso:** Se define al proceso como una operación o un desarrollo natural progresivamente continuo, marcado por una serie de cambios graduales que suceden uno a otro de una forma relativamente fija y que conducen a un resultado o propósito determinado; o una operación artificial voluntaria que se hace de forma progresiva, y que consta de una serie de acciones o movimientos controlados sistemáticamente, dirigidos hacia un resultado o propósito determinado. En este libro se llamará proceso a cualquier operación. (Katsuhiko Ogata, 2010, p.3)

### 1.4.1. Sistema de Control de Lazo Abierto

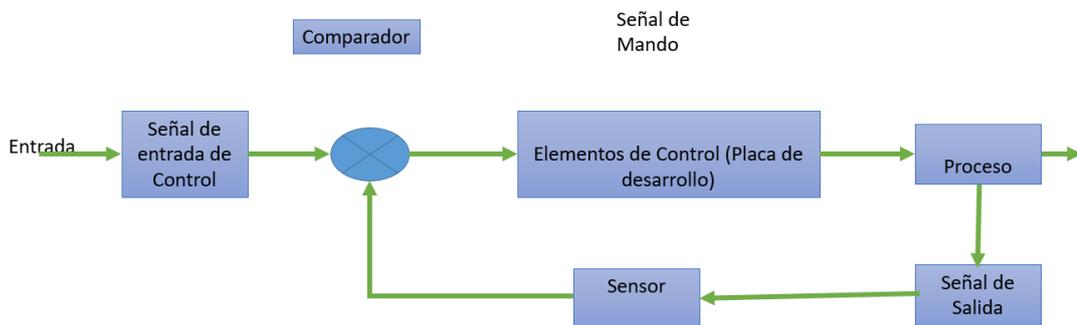
En la **Figura 4-1** se muestra un sistema de lazo abierto cuya salida no se está re-alimentando con la entrada de tal modo “Se denominan sistemas de control de lazo abierto a los sistemas cuya salida no tiene efecto sobre la acción de control es decir; la salida no se mide para compararla con la entrada de referencia”. (Katsuhiko Ogata, 2010, p.8)



**Figura 4-1** Sistema de Lazo Abierto  
 Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

### 1.4.2. Sistema de Control de Lazo Cerrado

“Un sistema de control de lazo cerrado es aquel en donde el controlador se alimenta con la señal de error de actuación que es la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación, con el fin de reducir el error y llevar al sistema a la salida deseada como se observa en la **Figura 5-1.**” (Katsuhiko Ogata, 2010, p.7).



**Figura 5-1** Sistema de lazo Cerrado  
 Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

### 1.4.3. Comparación Sistema Lazo Abierto y Sistema de Lazo Cerrado

En la **Tabla 4-1** se observa las características sobresalientes que diferencian un sistema de lazo abierto de un sistema de lazo cerrado enfocando a sistemas de control a implementarse.

**Tabla 4-1:** Comparación de lazo Abierto y lazo Cerrado

Sistema Lazo Abierto	Sistema de Lazo Cerrado
No usa retroalimentación Propenso a perturbaciones Utilizan dispositivos caros La estabilidad no es problema	Uso de retroalimentación. El sistema se vuelve insensible a perturbaciones internas como externas. Los dispositivos pueden ser económico y no tan precisos. La estabilidad es un problema pero solucionable.

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

#### 1.4.4. Control de Combustible en Lazo Cerrado

La **Figura 6-1** representa el sistema de control de lazo cerrado que realiza la computadora del vehículo que tiene que ver con supervisar el flujo de escape y ajustar la relación aire/combustible para que el catalizador funcione a su máxima eficiencia, reduciendo la emisión de gases. Midiendo la cantidad de oxígeno que queda después de la combustión es un medio para saber la relación aire/combustible. Una mezcla más rica consume más oxígeno en la combustión que una mezcla más pobre. El sensor de oxígeno o el sensor aire/combustible miden la cantidad de oxígeno que queda después de la combustión en los gases de escape. A partir de esta información, la ECU controlará la duración de la inyección para lograr la mezcla aire/combustible ideal de 14.7: 1. Esto es necesario para que el convertidor catalítico funcione con la máxima eficiencia. (E-Auto, 2013, [http://www.e-com.mx/manual\\_detalle.php?manual\\_id=263](http://www.e-com.mx/manual_detalle.php?manual_id=263))



**Figura 6-1** Modelo de lazo Abierto en el Automóvil  
 Fuente: [http://www.e-auto.com.mx/manual\\_detalle.php?manual\\_id=263](http://www.e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=263)

La frecuencia de este ciclo de rico/pobre depende del volumen del caudal de escape (RPM del motor y la carga), el tiempo de respuesta del sensor de oxígeno, y la programación de control de combustible. A ralentí, el volumen de flujo de escape es bajo y la frecuencia de conmutación del sensor de oxígeno es baja. A medida que aumenta la velocidad del motor, la frecuencia de conmutación del sensor de oxígeno aumenta, por lo general de ocho o más veces en diez segundos a 2.500 rpm. (E-Auto, 2013, [http://www.e-com.mx/manual\\_detalle.php?manual\\_id=263](http://www.e-com.mx/manual_detalle.php?manual_id=263))

## **1.5. Sensores del Vehículo para el Control de Velocidad**

Un sensor es un dispositivo de medición que capta fenómenos físicos en forma de variable física manejable en función de un tiempo (temperatura, distancia, presión, humedad, velocidad, peso nivel, caudal, etc.)

Los sensores también conocidos como transductores eléctricos los cuales traducen variables físicas captadas del mundo exterior en una señal eléctrica manejable por el proceso requerido sin embargo los sensores pueden funcionar por contacto (finales de carrera) y sin contacto (sensores de efecto hall, infra rojos, magnéticos) .permiten la comunicación entre el mundo real y los dispositivos eléctricos o electrónicos.

### **1.5.1. Sensor de Velocidad Vss (Vehicle Speed Sensor)**

Es un captador magnético que se halla montado en el transeje donde en vehículos antiguos iba el cable del velocímetro.

En la **Figura 7-1** se observa que el sensor está constituido en su interior por un imán giratorio que genera una onda sinodal de corriente alterna que es directamente proporcional a la velocidad del automóvil. Por último generalmente por cada vuelta del cigüeñal genera ocho ciclos, su resistencia debe de ser de 190 y 240 ohmios. (Villafuerte, y otros ,2012)

El Vss proporciona una señal de corriente alterna a ECU la cual es interpretada como velocidad del sensor de velocidad del vehículo se encarga en enviar la velocidad a la cuando se desplaza del vehículo a la unidad de control.



**Figura 7-1** Partes del Sensor Vss

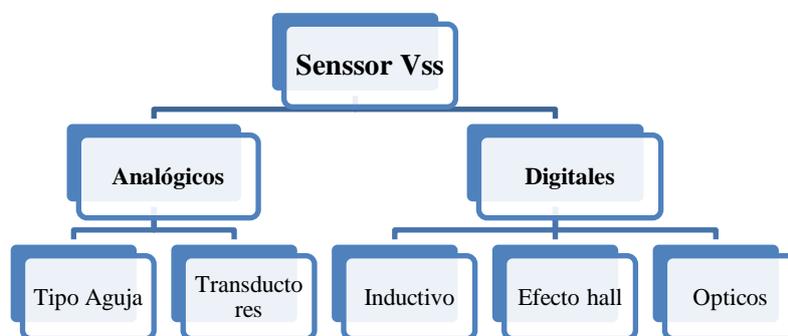
Fuente: <http://1.bp.blogspot.com/UbEgQ1oLqE/UBGVYeChZMI/AAAAEw/0zb5VF9AEUQ/s1600/Los-Inyectores.jpg>

Características del sensor de velocidad del vehículo:

- El control de la rotación de la marcha lenta.
- Enriquece la mezcla aire combustible durante el incremento de velocidad.
- Corte de combustible durante el intervalo de tiempo de la desaceleración.

### 1.5.2. Tipos de Sensores VSS

Existen dos tipos de sensores Vss aplicados a los vehículos los analógicos y los digitales su utilidad depende del tipo del velocímetro instalado en la **Gráfico 2-1** indica la sub clasificación de los sensores Vss que se ocupa en el área automotriz.



**Gráfico 2-1** Tipos del Sensor Vss

Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3723/1/65T00119.pdf>

Elaborando un análisis de los sensores prácticos más utilizados en el sector automotriz son:

*Sensores Vss digital.*- Son transductores eléctricos cuya finalidad es entregar una señal digitalizada gracias a su microcontrolador incorporado, este tipo de sensores son muy utilizados en la ámbito automotriz porque ayuda de manera más fiable a la comunicación de información captada del vehículos a hacia el ECU.

Los sensores Vss de *efecto hall* son básicamente los más comunes para determinar la velocidad de un vehículo que consisten en un bobinado que son instalados en el cigüeñal su funcionamiento es similar a la de un encoger ya que en primer lugar se mide las rpm a la cual gira, a partir de eso se hace una procedimiento con parámetros que el resultado será la velocidad.

### **1.5.3. Sensor de Oxígeno**

Ayuda a la corrección de la mezcla estequiométrica sea más rápida y más precisa. En un sensor de oxígeno la señal de voltaje cambia abruptamente en la mezcla ideal y tiene cambios muy pequeños cuando la relación aire/combustible se extiende más allá de la proporción ideal. Esto hace que el control de combustible sea menos preciso, para que la ECU cambie gradualmente y en pasos la duración de la inyección hasta que la señal del sensor de oxígeno cambia abruptamente. (E-Auto, 2013, [http://www.e-com.mx/manual\\_detalle.php?manual\\_id=263](http://www.e-com.mx/manual_detalle.php?manual_id=263))

Por el contrario, el sensor aire/combustible genera una señal de voltaje que es relativamente proporcional a la mezcla. La ECU ahora tiene una mejor indicación de la mezcla y por lo tanto el programa de control de combustible inmediatamente puede ajustar la duración de la inyección. Esta rápida corrección reduce los niveles de emisión debido a que la ECU puede ser más precisa al mantener la mezcla ideal para la mejor eficiencia del convertidor catalítico. (E-Auto, 2013, [http://www.e-com.mx/manual\\_detalle.php?manual\\_id=263](http://www.e-com.mx/manual_detalle.php?manual_id=263))

## **1.6. Placas y Dispositivos para el Sistema Electrónico de Control**

La parte *hardware* esencial del sistema electrónico de control son: La placa a utilizar y el dispositivo de ubicación que se requiere. Con el afán de tener el control de información de las

entradas como sensores y el control de los actuadores con puertos de salida adicionalmente ya que el estudio tiene un enfoque crítico-propositivo.

### **1.6.1. Placas de Desarrollo**

Para el desarrollo de proyectos electrónicos simples, complejos e incluso para la implementación de sistemas embebidos industriales estamos viendo una explosión de nuevas placas de desarrollo que salen al mercado. Es así que los fabricantes y makers seguirán investigando para sacar nuevas tarjetas de desarrollo, o también sea consecuencia para la tendencia a una nueva. Mientras tanto conozcamos algunas placas de desarrollo. (Tarjetas de Desarrollo, 2014, <http://hacedores.com/que-tarjeta-de-desarrollo-elegir-parte-1/>)

#### **1.6.1.1. Arduino**

Es una placa de desarrollo de prototipos electrónicos de código abierto (open-source) basada en *hardware* y *software* flexibles y fáciles de usar cuyo microprocesador es Atmega con una frecuencia e trabajo de 16 Mhz. Arduino permite la comunicación con el entorno mediante la recepción en entradas análogas y digitales desde una amplia variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros. El micro controlador de la placa se programa usando en el Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el Arduino Development Environment. (Guía de Usuario Arduino, 2009, [http://wiki.medialabprado.es/images/d/d1/Arduino\\_user\\_manual\\_es.pdf](http://wiki.medialabprado.es/images/d/d1/Arduino_user_manual_es.pdf))

#### **1.6.1.2. Intel Galileo**

Es la primera de una gama de placas de desarrollo compatibles con Arduino basadas en arquitecturas Intel. Esta placa de desarrollo ejecuta un sistema operativo Linux libre que contiene las librerías de *software* de Arduino, lo que le permite ofrecer una mayor escalabilidad y reutilizar el *software* ya existente, llamados “bocetos”. Los usuarios podrán programar sus Intel Galileo desde los sistemas operativos Mac OS, Microsoft Windows y Linux de sus equipos. Además, estas placas también han sido diseñadas para ser compatibles, a nivel de *software* y de *hardware*,

con el ecosistema Arduino Shield. (Xataka, 2013, <http://www.xataka.com/makers/intel-galileo-placa-de-desarrollo-fruto-de-la-colaboracion-entre-intel-y-arduino>)

### *Raspberry Pi*

Es un ordenador de placa reducida y de bajo coste. En términos de arquitectura, mucho se ha dicho del procesador del Raspberry Pi - el Broadcom BCM2835 fueron diseñados principalmente para el mercado móvil. El núcleo del diseño es un ARM1176JZFS a 700MHz, acompañado por la tecnología gráfica VideoCore IV de Broadcom, el Raspberry Pi es el primer sistema con el BCM2835 que ofrece 3D decentes. Consta de un procesador central, un procesador gráfico y 512 MB de memoria RAM. El dispositivo no incluye fuente de alimentación y utiliza una tarjeta SD para el almacenamiento permanente. (Eurogamer, 2012, <http://www.eurogamer.es/articles/df-hardware-raspberry-pi-analisis> )

### *Launchpad MSP430*

Es un placa que sólo tiene 14 pines I/O y 16 K de memoria de programa, en comparación con el ATmega328 (con 32 K y 20 pines I/O), diseñada por Texas Instruments MSP430 es muy similar al chip microcontrolador ATmega de Atmel. Las diferencias notables incluyen un precio accesible, así como algunas mejoras interesantes para un bajo consumo de energía. La forma más fácil de familiarizarse es con una tarjeta de desarrollo TI LaunchPad. (Tarjetas de Desarrollo, 2014, <http://hacedores.com/que-tarjeta-de-desarrollo-elegir-parte-1/> )

### **1.6.2. Módulos GPS**

Son sistemas completos que permiten la fácil y la segura localización y seguimiento a prácticamente cualquier producto de navegación. Los receptores están en una forma modular híbrida que no requiere componentes externos de RF excepto una antena. Esto los hace sencillos de aplicar, incluso por ingenieros sin RF o GPS / GNSS experiencia de diseño. Los receptores GPS son compatibles con el sistema Navstar GPS de Estados Unidos. Los receptores GNSS

soportan Navstar, así como los sistemas GLONASS de Rusia y Galileo de Europa. (Linx Technologies, 2010, <https://www.linxtechnologies.com/en/products/gps-modules> )

## **1.7. Aplicaciones para el Estudio del Sistema de Geo-posicionamiento**

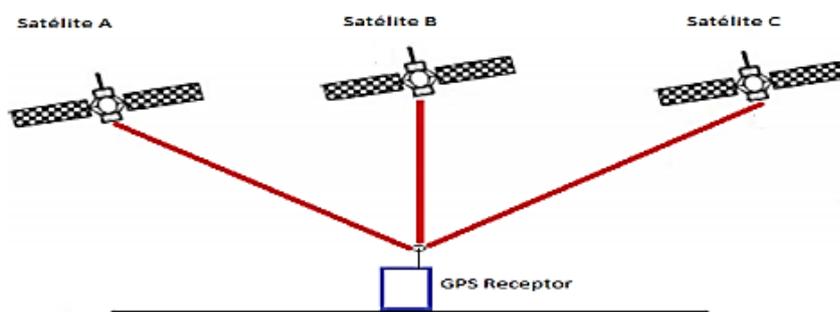
Para el estudio de ubicación geográfica se aborda conceptos generales de posicionamiento global, sus características y funcionamiento por tal motivo, conocer el entorno del *software* Arcgis sus características y la herramienta ArcMap que permite el estudio de ubicación geográfica considerando todas las variables a tener en cuenta.

### **1.7.1. Posicionamiento Global**

El GPS funciona mediante una red de 27 satélites (24 operativos y 3 de respaldo) en órbita a 20.200 km sobre el globo terráqueo, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar una posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la posición y el reloj de cada uno de ellos. (Matias Frith, s. f., 2010)

Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del Sistema de Posicionamiento y calcula el retraso de las señales; es decir, la distancia al satélite. Por "triangulación" como se observa en la **Figura 8-1** los tres satélites calculan la posición en que el GPS se encuentra. La triangulación en el caso del Sistema de Posicionamiento Global se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites. (Matias Frith, s. f., 2010)

### Sistema con tres satélites.



**Figura 8-1** Sistema de Comunicación de los satélites

Fuente: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11614/1/UPS%20-%20ST002126.pdf>

### 1.7.2. Componentes del Sistema de Posicionamiento Global

Según Benites, el sistema de satélites está formado por 24 satélites unidad con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la tierra. La energía necesaria para el funcionamiento la adquiere a partir de paneles solares en su estructura. (Benites Solís, 2013, pag. 15)

Estaciones terrestres envía información de configuración a los satélites para controlar las orbitas y realizar el mantenimientos de los equipos. La información de los satélites puedes ser establecidas por el receptor con los datos md rl almanaque (vinculo de datos de 5 elementos orbitales) ,parámetros que son enviados por satélites . La constelación de almanaque se completa en el rango de 12-20 minutos y se almacena en el receptor del GPS. (Benites Solís, 2013, pag, 18)

La efermerias son los datos útiles al receptor GPS para establecer su posición. Cada uno de los satélites encontrados emite su propia eferides, la misma que contiene la salud del satélite su lugar en el espacio, su hora .información, entre otras. (Benites Solís, 2013, pag, 18)

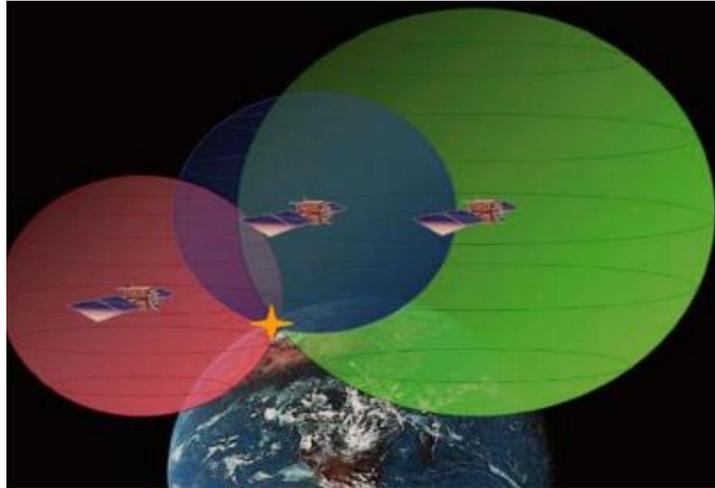
Cuando se tiene un objeto con un receptor de GPS, lo que hace es medir la distancia a cuatro satélites de los cuales conoce su posición como en la **Figura 9-1**, la distancia  $d$  de cada satélite al receptor se de en base a la siguiente ecuación:

$$d = t * c \text{ Ecuación 1-2. Porcentaje del Duty}$$

Dónde:

T es el tiempo que tarda la señal enviada por el satélite a receptor

C es la velocidad de la luz a la que viaja la seña



**Figura 9-1** Receptor del GPS para su posición

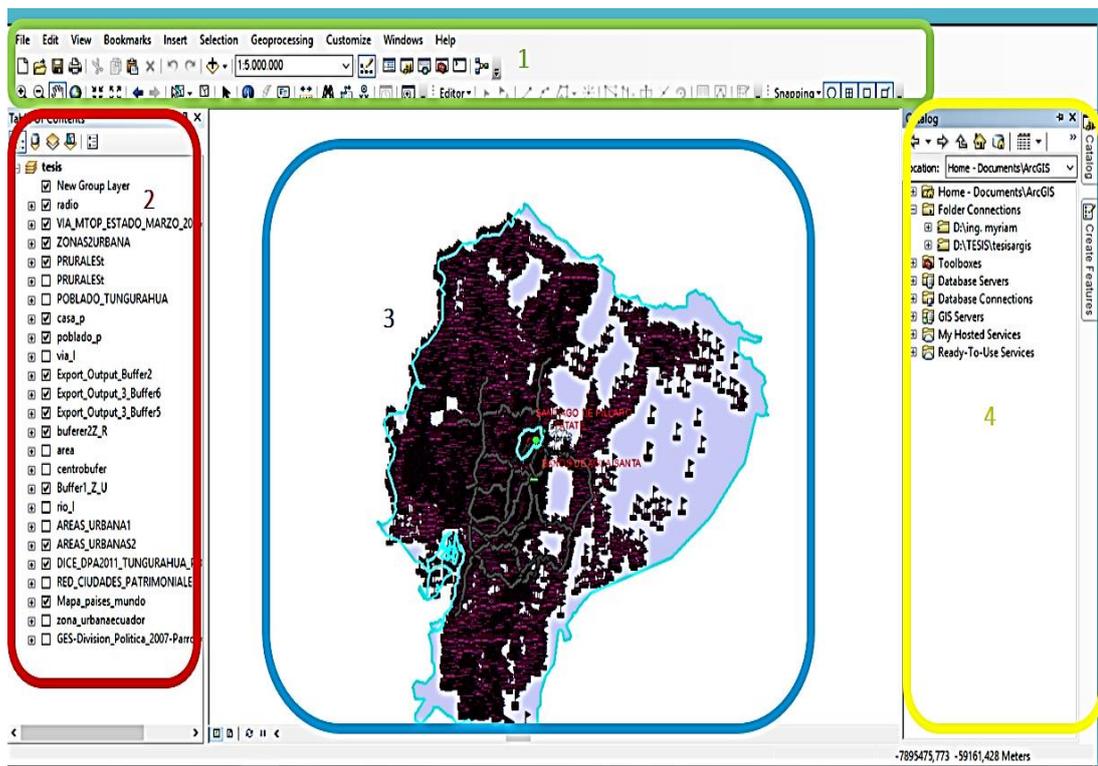
Fuente: <http://www.itnetwork.cz/images/3391/arduino/seznameni/arduino-uno.jpg>

### **1.7.3. Sistema ARCGIS para el Posicionamiento**

Es una herramienta informática que permite realizar trabajos georreferenciados en el campo de profesional donde la ubicación de las áreas de estudio debe estar claramente definida para posteriormente realizar medidas de planificación ,en definitiva es un *software* robusto y potente , en cuanto recopilar, visualizar, analizar, planificar y presentar datos y metadatos así pues es la plataforma líder en información geográfica para crear y utilizar sistemas de información geográfica, por tal motivo es utilizado por personas de todo el mundo para poner en conocimiento geográfico servicios mapas on-line a los sectores del gobierno, la empresa, la ciencia, la educación y los medios para ejecutar las operaciones de forma más eficaz.

#### 1.7.4. Herramienta ArcMap

Es la aplicación del *software* Arcgis para desplegar mapas e investigarlos. Entre sus funciones principales se muestra en el **Mapa 1-1** están: visualización, creación de mapas, edición, Análisis espacial, presentación de resultados utilizando gráficos estadísticos, tablas, reportes, fotografías y otros elementos adicionales a los geográficos. (Arcgis Source, 2010, <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm> )



**Mapa 1-1** Receptor del GPS para su posición

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

1. **Barra de herramientas.**-permite ocupar las herramientas básicas de todo *software* que en este se adiciona herramientas para estudio de áreas.
2. **Barra de GDBS cargadas.**-Permite ver las BD que están cargadas en la layout.
3. **Layout ventana de trabajo.**- permite observar los planos GDBs del proyecto.
4. **Catalog Windows.**-Permite la extracción y conexión de GDBs

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Introducción

Una vez analizado la parte teórica, los artículos y las sanciones de la ley de tránsito en el país se procede analizar los requerimientos necesarios para la implementación del sistema electrónico de control de velocidad para automóviles a inyección basado en el posicionamiento global que permita variar la velocidad del automotor cuando este entre o salga de la zona con restricción. El *software* Arcgis corrobora para el estudio de restricción, mediante la técnica de *buffers* que determina la velocidad en que el vehículo se puede desplazar. Para la etapa de control se analiza los dispositivos óptimos para su implementación.

#### 2.2. Requerimientos del Sistema Electrónico a Desarrollar

- Que el conductor cuente con identificadores auditivos y visuales para el cambio automático de zonas del sistema.
- El sistema electrónico permita delimitar las zonas aplicando *buffers* y considerando la concentración de la población con el *software* Arcgis.
- El sistema cambie de forma automática los límites de velocidad a la cual puede transitar el vehículo.
- El sistema electrónico muestre información confiable en el momento de la conducción.
- Que el prototipo al momento de instalar no sea invasivo en el vehículo para que la computadora del vehículo no lo registre como problema del sistema.

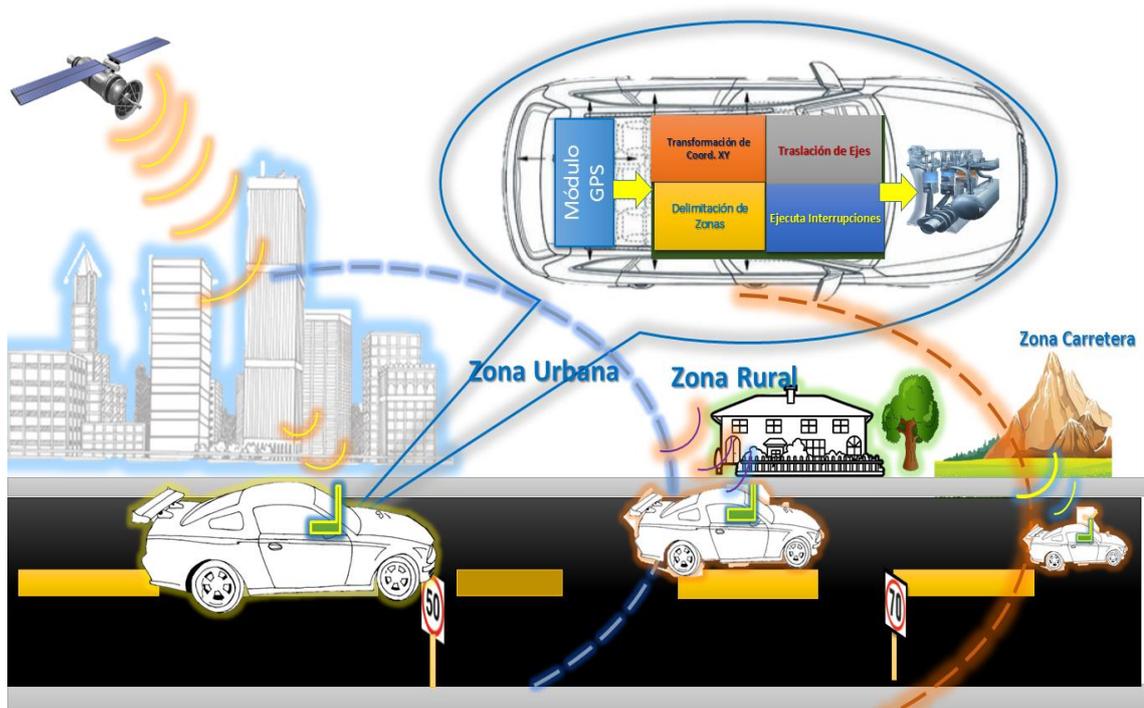
- Un consumo de energía abajo para que el sistema eléctrico del vehículo funcione a condiciones normales.
- Ser un herramienta que ayude a crear patrones de conducta al momento de conducir cuando el conductor entre o salga de un zona donde cambia la velocidad.

## **2.3. Concepción General del Sistema Electrónico**

Idealizar el funcionamiento del sistema de manera general para llegar al diseño específico, utilizando los dispositivos que permitan el desempeño correcto de ahí que se llevó a implementar el sistema electrónico como prototipo.

### **2.3.1. *Arquitectura del Sistema Electrónico de Control***

La **Figura 1-2** de la concepción general del sistema muestra que los satélites envían la información de ubicación geográfica en tramas con formato NMEA que son captadas por el GPS que la vectoriza para evitar perdida de información que es recibida por la placa de control. La que des-vectoriza la trama para tener la información requerida y transformarla a coordenadas planas xyz. La traslación de ejes ayuda a cambiar de zonas mientras le vehículo se encuentra en el sector. Cuando ingresa o salta de las áreas de limitación se genera las interrupciones que disminuyen la velocidad de ser el caso.

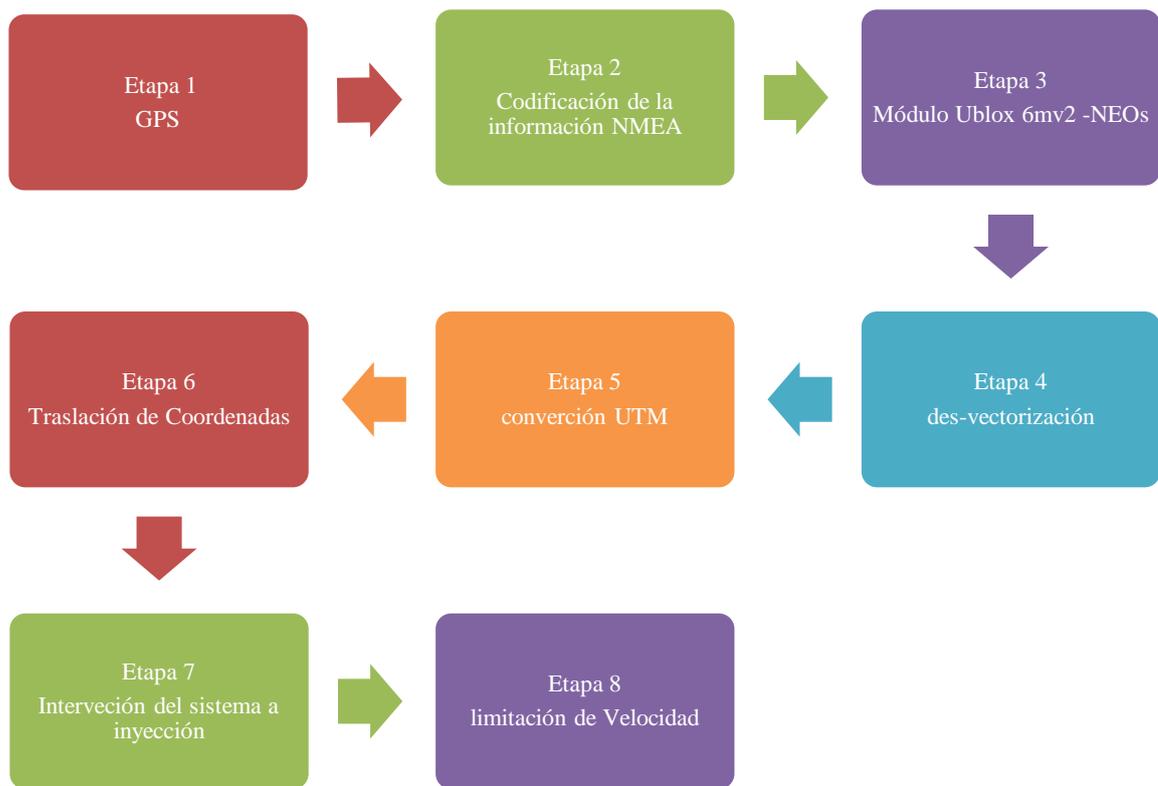


**Figura 1-2** Arquitectura del Sistema de control del limitador  
**Fuente:** FREIRE, Édisson; CHALÁN Richard, 2017

Finalmente las interrupciones que se producen son transmitidas al sistema de inyección la cual provoca que la velocidad disminuya o no incremente.

### 2.3.2. *Etapas de Control del Sistema*

En la **Gráfico 1-2** se puede observar cada una las etapas del sistema de control y la descripción de cada una a continuación:



**Gráfico 1-2** Etapas del sistema Electrónico.

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

En la etapa uno el módulo GPS recibe la información procedente de los satélites para luego ser transmitida en formato NMEA, que permite la ubicación del vehículo.

La segunda etapa consiste en captar las tramas vectorizadas en formato NMEA que influye en la rapidez con que los dispositivos de ubicación se comunican, la finalidad es el intercambio de información digital de posición con dispositivos electrónicos que son utilizados para la navegación.

En la tercera etapa el modelo U-blox interpola la información transmitida por los satélites conectados al módulo. La trama final consta de datos de posición, temperatura, fecha y los satélites que en ese momento están brindando el servicio de ubicación del dispositivo.

La etapa cuatro tiene que ver con el procesamiento interno de la placa de control que consiste en la des-vectorización de la trama que permite el uso de la información que se ocupa para el cálculo de transformación a coordenadas planas por el método de **Coticchia-Surace**.

La quinta etapa se aplica una función de conversión (lat, lon) que permite obtener las coordenadas cartesianas xyz.

La sexta etapa se aplica geometría analítica para la traslación de los centros de origen variantes cuando el vehículo ingrese y salga de una zona.

La séptima etapa consiste en acoplar la información procesada por medio de una etapa de potencia al sistema de inyección.

La etapa final es la limitación automática de la velocidad de automóvil a consecuencia de las restricciones de ubicación por las zonas.

### 2.3.3. Control de Lazo Cerrado para el Dispositivo

En el **Gráfico 2-2** indica el modelo de control utilizado en el sistema de velocidad por posicionamiento global es de lazo cerrado. Las señales de entrada son la posición y la velocidad que son proporcionadas por el sensor GPS. El sistema recibe información de posición el cual tiene un set-point así también la variable velocidad con otro set-point que compara y determina a la que debe circular el auto.

Permitiendo de esta manera interrumpir o no la señal salida de la planta del sistema de inyección y que los actuadores que influye de manera directa las revoluciones del motor evitando posibles daños del mismo considerando la cartografía de estabilidad. Teniendo en cuenta que las señales del sensor GPS se retroalimentan para el control de los actuadores y finalmente la determinación de velocidad del automotor.



**Gráfico 2-2** Diagrama de bloques del sistema en lazo Cerrado  
Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

### 2.3.4. Selección de los Dispositivos que Integran el Sistema Electrónico

Los dispositivos requeridos para la implementación del sistema electrónico de control de velocidad para automóviles a inyección basado en el posicionamiento global tiene la necesidad de contar con dispositivos lumínicos para distinguir el cambio de zona .Se utiliza una pantalla LCD de 20x4 ,tres diodos leds también para indicadores de sonido se requirió dos buzzers(alarma).

Para terminar se necesita salidas para los opto transistores para los actuadores del sistema que permite la separación de la etapa de control de la etapa de potencia de los inyectores.

#### 2.3.4.1. Pantalla LCD 20x4

Dispositivo de salida que permite visualizar 4 líneas con 20 caracteres por línea que se indica en la **Figura 2-2** que visualiza la información y mensajes más grandes en comparación al LCD pequeño la ficha técnica se encuentra en la DataSheet del **ANEXO A**.



**Figura 2-2** Display LCD 20x4

Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

Principales Características:

- Tipo: LCD Matriz de punto. 20x4.
- Backlight: Luz de fondo azul.
- Color de letras: Blanco.
- Fuente: 5x7, 5x8.
- Controlador: HD44780.

- Control: 4 y 8 Bits.
- Voltaje de operación: 5V DC.

#### 2.3.4.2. Fuente Conmutada

Es un dispositivo electrónico de potencia convertidor o inversor de voltaje en conexión StepDown que entrega un voltaje constante de menor magnitud a la salida reduciendo de su entrada con un buen rendimiento así también que reduce volumen y peso como se observa en la **Figura 3-2** la ficha técnica se encuentra en la DataSheet del **ANEXO B**.



**Figura 3-2** Fuente conmutada  
Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

Principales Características de la fuente conmutada:

- Mantiene un voltaje contante
- Buen rendimiento
- Muy pequeño
- Voltaje regulable

#### 2.3.4.3. Relé

Es un dispositivo electromecánico, su función es el de un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona uno o varios de sus contactos que permiten energizar o des-energizar circuitos eléctricos independientes la ficha técnica se encuentra en la DataSheet del **ANEXO C**. (Rele.2011, <https://es.wikipedia.org/wiki/Relé> )

Principales Características:

- Funcionamiento electromecánico
- Contacto NC y NA
- Energiza o des-energiza circuitos independientes
- Voltaje de 12 VDC a 5DVC

#### 2.3.4.4. *Transistor 3904 NPN*

Es un semiconductor NPN diseñado para circuitos de baja potencia para operar a frecuencias de 300 Hz por lo que es suficientemente robusto para procesos electrónicos como se indica en la **Figura 4-2** la ficha técnica se encuentra en la DataSheet del **ANEXO D**.



**Figura 4-2** Transistor elemento del sistema electrónico  
**Fuente:** FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

Principales Característica del transistor:

- Muy utilizado.
- Es un transistor de 200 miliamperios y 40 voltios.
- Con una Frecuencia conmutación de 300 MHz.
- Bajo costo.

#### 2.3.4.5. *Shield GPS 6MV2*

Es un dispositivo muy eficaz el momento de conseguir información de geolocalización tales como la longitud, la latitud, altitud, etc. Este módulo cuenta con un módulo de la serie U-Blox NEO 6m que se indica en la **Figura 5-2** es montado sobre un PCB adaptable con una memoria EEPROM

con configuración de fábrica adicionalmente tiene un apila al cual perímite mantener la información también tiene una antena que a pesar de sus pequeñas dimensiones es muy robusta y eficiente al omento de conectarse con los 28 satélites que constantemente envían tramas al módulo su ficha técnica se encuentra en la DataSheet del **ANEXO E**.



**Figura 5-2** Shield GPS GEO 6MV12 NEO

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

Para su utilización se requiere de la librería TinyGps para analizar los flujos de datos NMEA proporcionados por módulos GPS puede también extraer datos arbitrarios de cualquiera de las innumerables sentencias NMEA por ahí, incluso los propietarios. Al igual que su predecesor, TinyGPS, esta biblioteca proporciona métodos compactos y fáciles de usar para la posición, fecha, hora, altitud, velocidad, y el curso de la extracción de los dispositivos GPS de los consumidores. Sin embargo, la interfaz de programador TinyGPS ++ 's es considerablemente más simple de usar que TinyGPS, y la nueva biblioteca. Arduino tiene una librería para el uso de este módulo así también ejemplos para más información y descargas se muestra el siguiente link. (Arduiniana, 2013, <http://arduiniana.org/libraries/tinygpsplus/> )

Principales Características:

- Bajo consumo de energía.
- Bajos costos su gestión inteligente de energía
- Alto nivel de capacidad de integración con conectividad flexible.
- Voltaje de alimentación de 3v- 5v y con corriente de 40mA.
- Tamaño de la antena 25mm \* 25mm.

#### 2.3.4.6. Módulo *microSd*

Este módulo permite insertar una memoria Micro SD como se aprecia en la **Figura 6-2** compactada en una placa modular para arduino que se comunica con SPI a 3.3V. Arduino tiene una librería para usar estas memorias, que funciona con cualquiera de los módulosSD. La librería ya viene junto con el IDE de Arduino, por lo que no necesitamos instalar ni descargar nada la ficha técnica se encuentra en la DataSheet del **ANEXO F**. (Arduino, 2017, <https://www.arduino.cc/en/Reference/SD> )



**Figura 6-2** Modulo SD

Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

Principales Características:

- Abre archivo en formato txt
- Comunicación SPI
- Alimentación a 3.3 V y 40 mA.

#### 2.4. Elección de la Placa de Programación para el Sistema

Sintetizando en la **Tabla 1-2** se concluye que el arduino uno se requiere para conectar los dispositivos necesarios para la implementación del sistema electrónico debido que es apto en cuanto a terminales de conexión para el proyecto, el costos y que se los puede conseguir en el mercado nacional.

**Tabla 1-2:** Dispositivos y Elementos del sistema

Dispositivos	Cantidad de pines	Alimentación	frecuencia	Requerimiento
Pantalla LCD	8	5 V	400 Hz	Adecuado
Shield GPS6mv2	4	3.3 V	16Mhz	Adecuado
leds	3	5 V	-	Adecuado
Alarma	2	5 V	-	Adecuado
Transistor	2	5 V		Adecuado
Total de Pines	19			

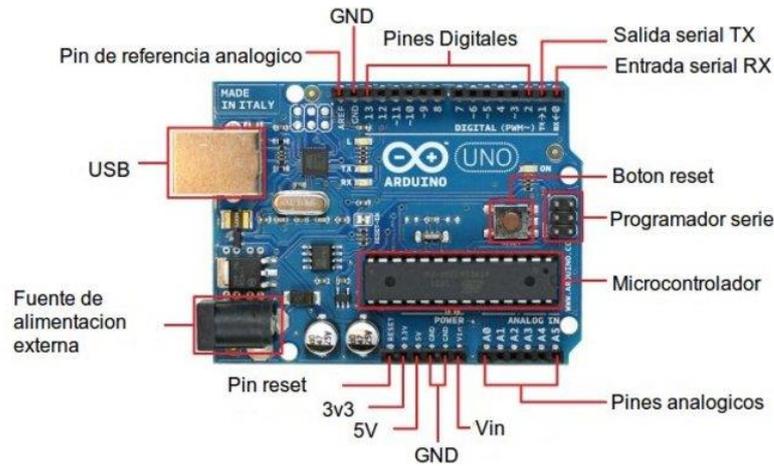
Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

Como resultado de los requerimientos de la **Tabla 1-2** se ocupa la placa arduino uno por ser una plataforma libre, flexible, su disponibilidad en el mercado, su bajo precio, requisitos de cantidad de puertos de I/O y el entorno de desarrollo fácil de usar, lo hacen muy poderoso.

#### 2.4.1.1. Arduino UNO

La **Figura 7-2** muestra la placa de desarrollo Arduino Uno para prototipos de electrónica con código abierto basado en *hardware* y *software* flexibles y fáciles de usar cuyo microprocesador es Atmega con una frecuencia e trabajo de 16 Mhz. Arduino permite la comunicación con el entorno mediante la recepción en entradas análogas y digitales desde una amplia variedad de sensores y puede afectar a su alrededor mediante el control de luces, motores y otros. El micro controlador de la placa se programa usando en el Arduino Programming Language y el Arduino Development Environment Los proyectos de Arduino pueden ser autónomos o se pueden comunicar con *software* en ejecución en un ordenador. (Herrador, 2009, [http://wiki.medialabprado.es/images/d/d1/Arduino\\_user\\_manual\\_es.pdf](http://wiki.medialabprado.es/images/d/d1/Arduino_user_manual_es.pdf) )

Las placas se pueden ensamblar a mano o pre ensamblados, el *software* se puede descargar gratuitamente. Los diseños de referencia del *hardware* (archivos CAD) están disponibles bajo licencia open-source, por lo que eres libre de adaptarlas a tus necesidades.



**Figura 7-2** Placa Arduino Uno

Fuente: <http://www.itnetwork.cz/images/3391/arduino/seznameni/arduino-uno.jpg>

Se opta por arduino uno considerando que tiene 20 terminales los requeridos por sistema electrónico para entradas y salidas ya que se usa 19 pines de la placa. El precio también fue un parámetro determinante debido a su accesible compra en el mercado nacional.

#### 2.4.2. Diseño del *Hardware* del Sistema Electrónico Limitador

El sistema de control de velocidad en un vehículo a inyección constas de una Shield GPS que se energiza a la placa y que los pines digitales 3 y 4 del Arduino se conectan al tx y rx de la Shield respectivamente la **Figura 8-2** muestra el esquema de conexión del sistema electrónico.

Par los indicadores auditivos se usas buzzer se conectan a tierra por el pin negativo y a los pines A0 y A1 del Arduino.

Para los indicadores lumínicos se utiliza a diodos leds que se conectan a los puertos digitales 13, 12,11 de la placa Arduino.

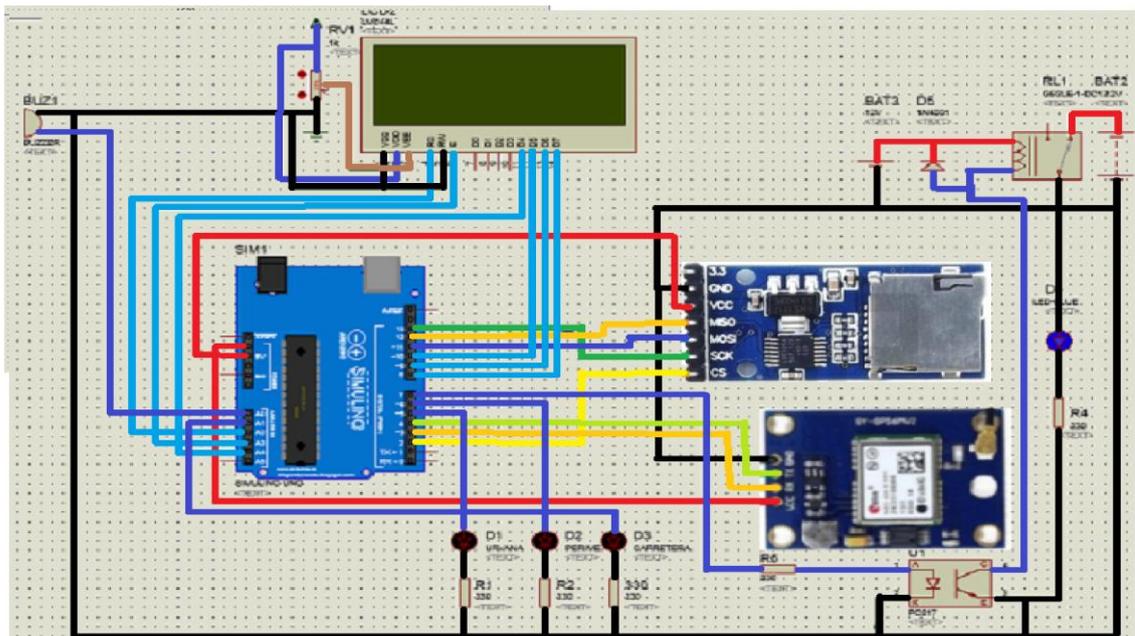
El transistor que se comunica con el relé se conecta con los puertos digitales 1 y 2 del Arduino La pantalla LCD se energiza respectivamente con tierra y a 5 Vdc:

El terminal 12 del Arduino con el terminal RS de la pantalla.

El terminal 17 del Arduino con el terminal E de la pantalla.

El terminal 5 del Arduino con el terminal DB41 de la pantalla.

- El terminal 4 del Arduino con el terminal DB5 de la pantalla.
- El terminal 3 del Arduino con el terminal DB6 de la pantalla.
- El terminal 2 del Arduino con el terminal DB7 de la pantalla.
- El terminal 18 del Arduino con el terminal LED de la pantalla.
- El terminal 12 del Arduino con el terminal SCK de la microSD.
- El terminal 11 del Arduino con el terminal MOSI de la microSD.
- El terminal 13 del Arduino con el terminal MISO de la microSD.
- El terminal 3 del Arduino con el terminal TX del módulo GPS.
- El terminal 4 del Arduino con el terminal RX del módulo GPS.
- El terminal 5 del Arduino con el terminal LED rojo.
- El terminal 6 del Arduino con el terminal LED naranja.
- El terminal 15 del Arduino con el terminal LED verde.
- El terminal 14 del Arduino con el terminal del buzzer.
- El terminal 7 del Arduino con el terminal para la inyección del vehículo.



**Figura 8-2** Esquema de Conexión del sistema Electrónico

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

## 2.5. Delimitación del Cantón Ambato Aplicando *buffers* en el software ArcGIS

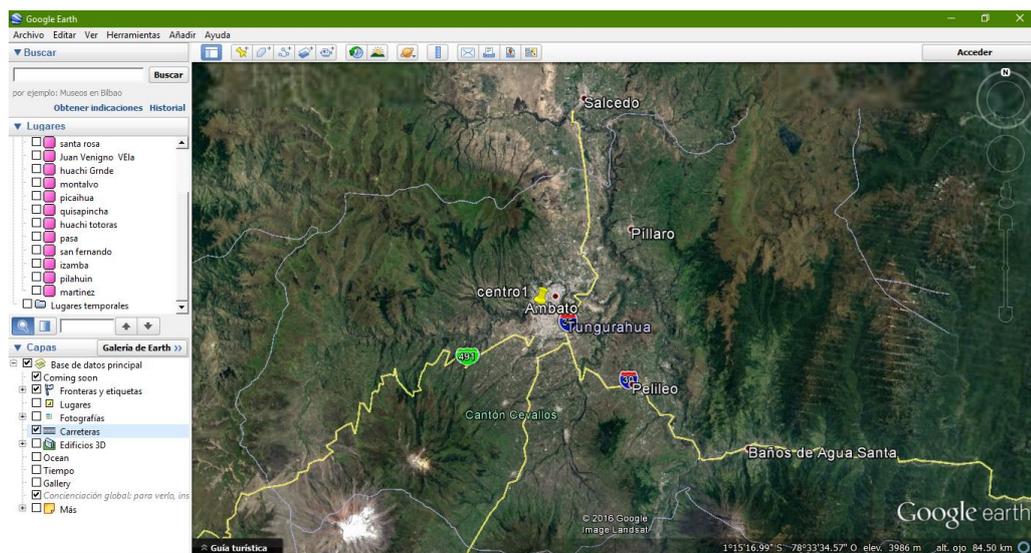
La aplicación de *buffer* para un sistema de información geográfica permite la creación de polígonos que enmarca las zonas de investigación donde las velocidades deben cambiar

automáticamente y que resulta para determinar las distancias desde un punto a una línea o a un polígono que sirve de frontera para la velocidad a la cual el automotor debe circular.

### 2.5.1. *Ubicación del cantón Ambato en Arcgis y su verificación en google Earth*

Toda la información como: puntos, polígonos poli-líneas, etc. Están descargados del Sistema Nacional de Información en la dirección electrónica [www.sni.gob.ec](http://www.sni.gob.ec) página que proporción GDBs los cuales ayudan para el procesamiento y estudio de las delimitaciones de las zonas urbana perimetral y carreteras.

Debido a previa verificación el **Mapa 1-2** y el **Mapa 3-2** muestran la información que se carga de la cartografía de la provincia de Tungurahua en google Earth y en Arcgis para su comprobación puesto que en el estudio se lo realiza ahí.



**Mapa 1-2** Ubicación del cantón Ambato en Google Earth

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

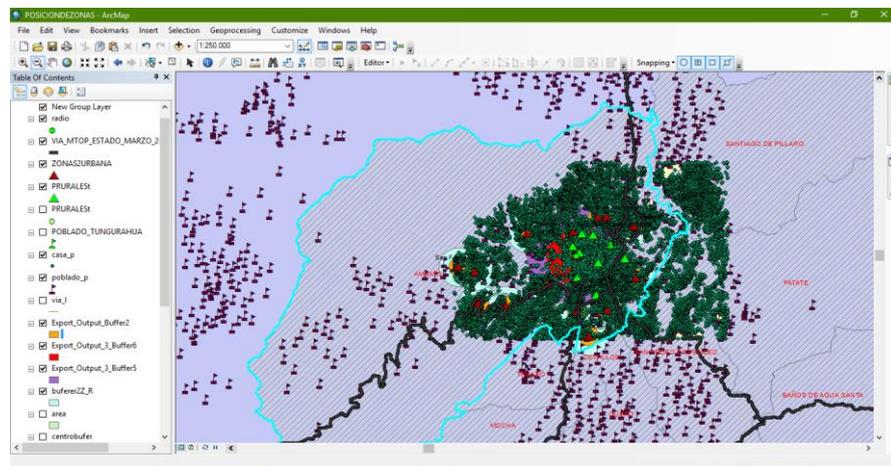
Como se observa en el **Mapa 2-2** se contrasta que el sistema está en la misma ubicación geográfica puesto que el sistema tiene GDBs descargados previamente mientras que google Earth trabaja con conexión a internet.



En el **Mapa 4-2** se carga toda la información necesaria para ser filtrada de acuerdo a la necesidad del algoritmo para el sistema que son parroquias, barrios, población de viviendas y las carreteras.

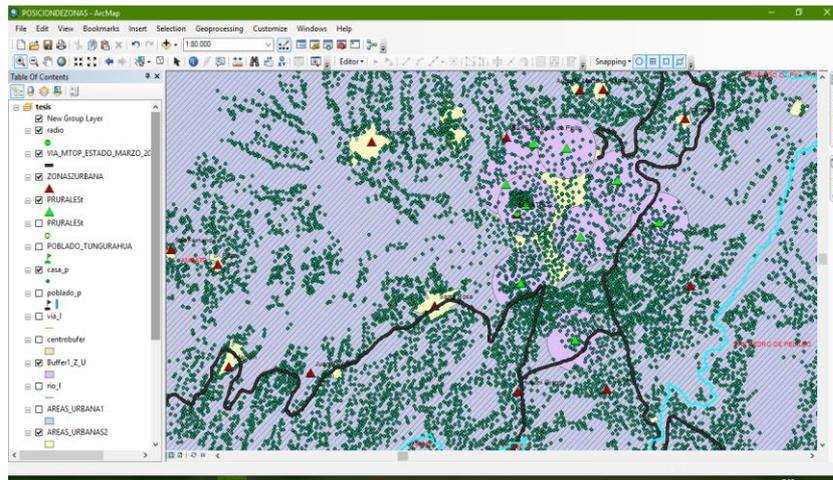
Ahora se considera los polígonos y poli-puntos que representan los barrios con una bandera de color lila como identificador. Así también puntos verdes que identifica a las viviendas que se encuentran conformando el cantón Ambato. Destacando de manera puntual que la concentración de viviendas es numerosa y que en el centro de la ciudad es más concentrada.

Se observa una poli-línea de color gris oscuro que muestra la carretera que une la provincia de Cotopaxi y Chimborazo al cantón Ambato así pues, es de gran importancia en el estudio ya que sirve para delimitar la zona de carretera en el sistema de limitación de velocidad.



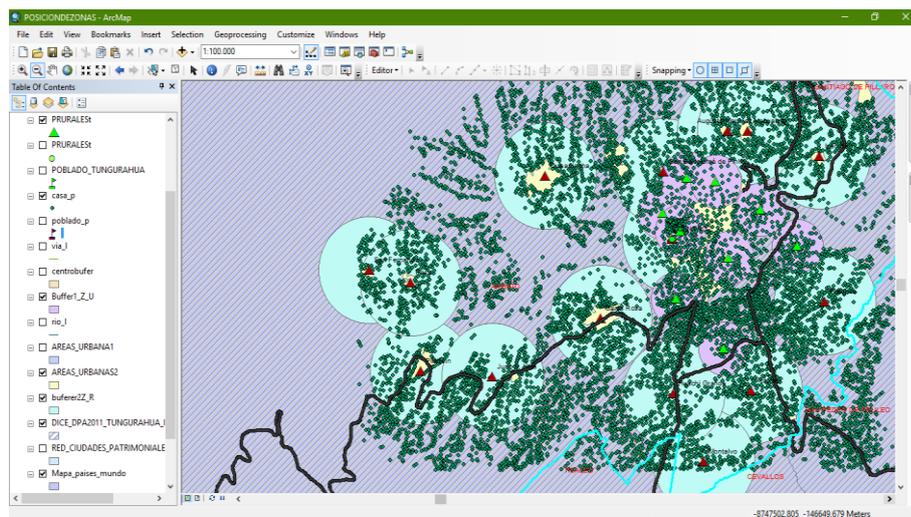
**Mapa 4-2** Vista Panorámica de la información el *software* ArcGIS  
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

En el **Mapa 5-2** se observa información obtenida gracias a los censos que en la actualidad se promueve se puede tener una información fiable de ubicación de casas, edificios y de viviendas que permite ver los espacios con mayor concentración en el cantón de modo que al aplicar filtros se consigue tener información que en cuanto a Ambato concierne.



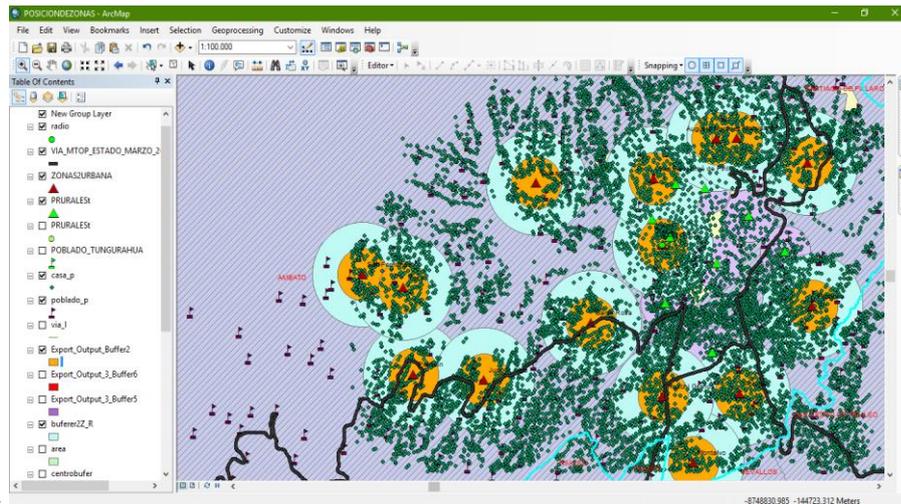
**Mapa 5-2** Ubicación casas, edificios y viviendas en el sistema ArcGIS  
**Fuente:** FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

En el **Mapa 6-2** se observa los *buffers* resultantes pertenecientes a cada una de las parroquias urbanas y rurales con la población de cada una, notando que la distribución de viviendas está concentrada fuertemente.



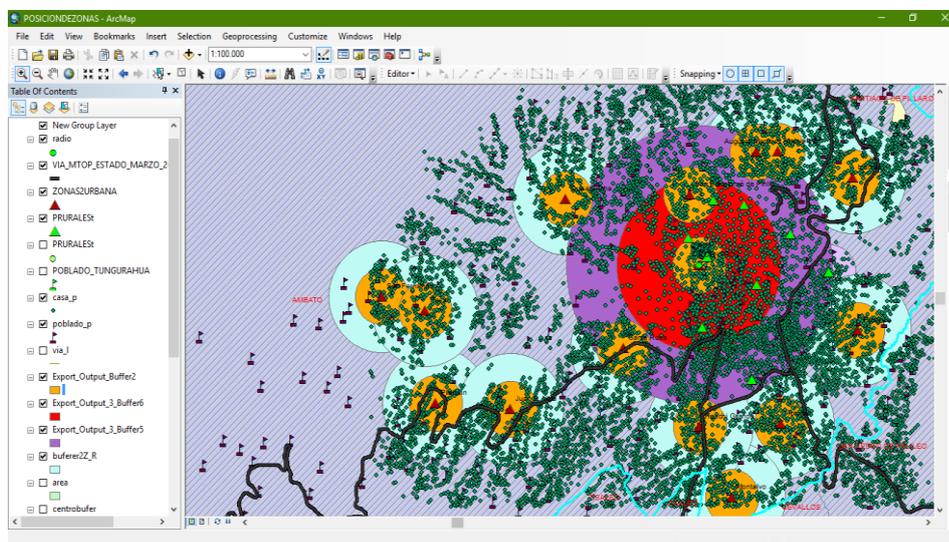
**Mapa 6-2** *Buffers* de viviendas para cada parroquia en el sistema ArcGIS  
**Fuente:** FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

Al realizar un *buffer* de 1 km se puede notar la intersección de cada uno y ver que están relacionados directamente, entonces se consideró trabajar como un *buffer* primario donde está la ciudad de Ambato y las zonas urbanas que se encuentran dentro.



**Mapa 7-2** Buffer Prioritario para la ciudad el sistema ArcGIS  
**Fuente:** FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

En el **Mapa 8-2** se distingue dos búffers lo que representa: El *buffer* interno de color naranja que representa el área de 1 km donde la velocidad moderada es de 50 kmh, después se observa un *buffer* externo de color celeste que representa la zona rural o perimetral zona en que la velocidad permitida es de 70 kmh y finalmente la zona carretera que esta fuera de los *buffers*. Que en el algoritmo que se verá en el desarrollo del trabajo de titulación llamaremos casos.



**Mapa 8-2** Sistema final para cada zona en el *software* ArcGIS  
**Fuente:** FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

El estudio ayuda a identificar las zonas donde la velocidad se restringe acorde a la ubicación del automóvil conforme ingresa o sale de cada parroquia aplicando un método de control por casos identificando 11, que en el microcontrolador se condiciona con variables auxiliares temporales para cada caso se hace una comparación global y luego local.

### 2.5.2. *Modelamiento de la Información Geodésica a Coordenadas planas para el Sistema*

El acondicionar la información entregada por el sistema NMEA (National Marine Electronics Association) del GPS es una parte transcendental del código que se trabaja en el programa. En vista de que es necesario trabajar con datos en coordenadas X Y Z que son coordenadas las cuales se procesan para conseguir las restricciones.

Para verificar la funcionalidad de las ecuaciones de Coticchia-Surace para la conversión, realizamos un ejemplo con datos de un punto GPS del cantón Ambato (punto que se tomó como referencia para el prototipo) sobre el elipsoide de Hayford para la conversión.

Para la explicación didáctica se detalla de manera clara realizando un ejemplo con datos obtenidos desde el GPS en grados decimales para continuar al paso a coordenadas geográficas planas UTM.

En primer lugar se parte de las coordenadas geográficas-geodésicas del vértice, con el que haremos la explicación. La información de este vértice está en formatos geodésicas como se ve en la **Tabla 2-2**.

**Tabla 2-2:** Ubicación de un punto GPS en coordenadas WGS84

<b>ID</b>	<b>Nombre</b>	<b>Latitud</b>	<b>altitud</b>
10	CENTRO2	78°39'31.518"O	1°18'27.1368"S

**Fuente:** FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

También es necesario conocer datos básicos de geometría del elipsoide de la tierra. Determinando que esta gráfica se asemeja a una elipse de esta manera se tiene un semieje mayor (a) y un semieje menor (b) que son constantes calculadas experimentalmente al transcurso de los años.

La elipsoide de Hayford determina que la tierra no es una esfera perfecta sino que es un elipsoide, Newton planteo la teoría por el motivo que la tierra gira y que esto ha provocado el achatamiento en cada uno de sus polos se conoce también que la tierra no tiene una radio contante sino que depende del emplazamiento que índices de planeamiento de la superficie.

**Tabla 3-2:** Elipsoide la tierra determina Semi ejes

<b>Semieje mayor</b>	a	63783880 Km
<b>Semieje menor</b>	b	6356911.946130 Km

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

Con esta información se empieza a operar y determinar cada uno de los parámetros necesarios en formato unidimensionales correspondientes al desarrollo del ejemplo.

Con los semiejes se calcula el achatamiento de la tierra (excentricidad), la segunda excentricidad, el radio polar de curvatura y el aplanamiento

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} \text{ Ecuación 2-1. Radio Promedio de elipsoide de la tierra}$$

El resultado de aplicar la ecuación se tiene el valor de la excentricidad  $e'=0.08119918$

Calculando la segunda excentricidad intercambiando los valores de los focos de la elipse para posteriormente usar cada uno de los valores.

$$e' = \frac{\sqrt{b^2 - a^2}}{b} \text{ Ecuación 2-2 Radio 2 desde otra perspectiva}$$

El resultado de aplicar la ecuación se tiene el valor de la segunda excentricidad  $e'=0.08226889$

De igual manera se calcula el cuadrado de la segunda excentricidad, ya que los cálculos se concatenan para llegar a coordenadas planas.

$$e'^2 = \frac{\sqrt{0.08226889^2}}{1} = 0.0067687$$

Para calcular el radio polar de curvatura y el aplanamiento:

$$c = \frac{a^2}{b} \text{ Ecuación 2-3 Aplanamiento de la tierra}$$

$$c = 6.399936608106040e + 06$$

El factor aplanamiento alpha:

$$C = \frac{a*b}{a} \text{ Ecuación 2-4 Factor aplanamiento constante}$$

$$\alpha = 0.003367003366681$$

A continuación se hace es convertir los grados sexagesimales (grados, minutos y segundos) a grados sexagesimales expresados en formato decimal entonces queda de la siguiente forma ,las coordenadas geodésicas la longitud y la latitud en grados minutos y segundos para coordenadas cartesianas xyz:

$$\text{Grados decimales} = \text{grados} + \frac{\text{minutos}}{60} + \frac{\text{segundos}}{60} \text{ Ecuación 2-5 Conversión grados a números decimales}$$

Aplicando la **Ecuación 2-5** se tiene los valores de latitud y longitud en números decimales:

$$\text{LONGITUD}=78^{\circ}39'31.518''\text{O}$$

$$\text{Long}=78.658755$$

$$\text{LATITUD}=1^{\circ}18'27.1368''\text{S}$$

$$\text{Lat.}=1.307538$$

Una vez determinada la longitud y la latitud en grados decimales es necesario convertirlos a radianes pues en apartados posteriores se realizarán con entrada de datos formato radian:

$$\text{Radian} = \frac{\text{Grados decimales} * \pi}{180} \text{ Ecuación 2-6 Conversión de grados decimales a radianes}$$

$$\text{LatRadian}=0.022820843194942$$

$$\text{Long}=78.658755000000000$$

$$\text{longradian} = 1.372854260269552$$

En nuestro caso como el Ecuador el cantón Ambato está en el este del meridiano de Greenwich la longitud es negativa. A continuación los cálculos del signo de la longitud que depende en que parte está él esté o al oeste, para ello el cálculo es el siguiente:

$$\log = -78.658755000000000,$$

$$\text{longradian} = -1.372854260269552$$

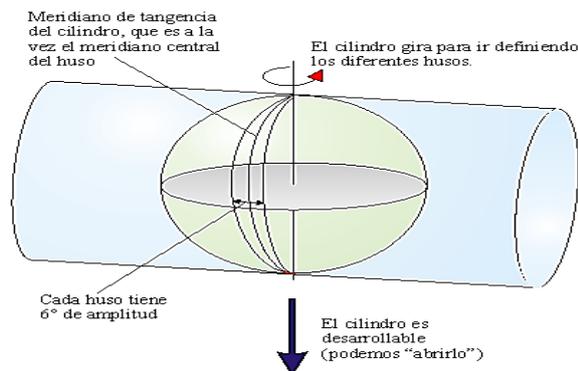
El Huso de la ubicación en el espacio esférico de la tierra se tiene que manipular a la latitud conociendo con anterioridad que la cantidad total de husos son 31, entonces se tiene los datos en radianes de longitud y latitud, y finalmente para cálculo del huso o zona UTM.

$$huso = \frac{\text{grado decimal}}{6} + 31 \text{ Ecuación 2-7 Cálculo del huso horario}$$

$$huso = \text{floor}\left(\frac{-78.658755000000000}{6}\right) + 31$$

Con el comando floor del lenguaje C de Matlab y arduino se obtiene la parte del Huso=17. Ahora se calcula el meridiano central que es una línea tangencial al cilindro terrestre con el huso ya determinado se verifica con tablas estándares conocidas que el huso horario es correcto.

A hora es necesario recordar a breves rasgos algunas definiciones de proyección UTM así como el cilindro transverso que se usa como una superficie plana que gira virtualmente para definir los diferentes husos (60) que rodean la tierra como se puede ver en la **Figura 9-2**.

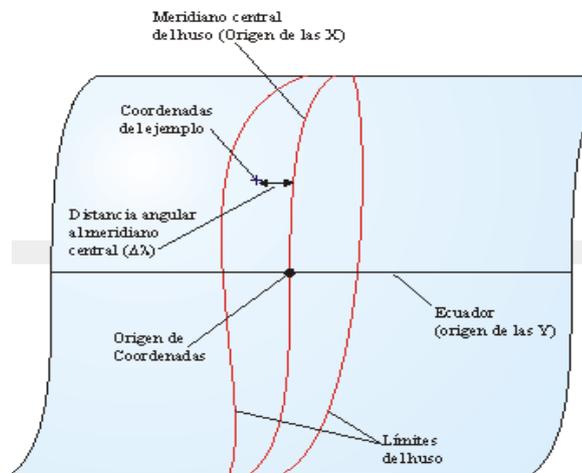


**Figura 9-2** Vista del Planeta en Relación a Cilindro Transverso  
Fuente: <http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=058a>

Empezando a contar los husos por el antimeridiano de Greenwich ubicado en el océano Atlántico que está al otro lado de la superficie esférica de la tierra y determinando así que el Ecuador cae en el huso 17, por estar al lado opuesto donde se da inicio la numeración de husos.

Cabe indicar que el meridiano de Greenwich central de la tierra es de gran importancia porque es el origen de las coordenadas del eje de las abscisas (x). Entonces el meridiano central deja parte del huso a la izquierda que significa que todas la información de coordenadas calculadas en las abscisas sean negativas como se puede observar en la **Figura 10-2** así evitando tratar con lógica

negativas se suma a todas las coordenadas x la cantidad de 5 00 000. (Gis Información Geográfica, 2004, <http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=058a>)



**Figura 10-2** Ubicación del eje de coordenadas X

Fuente: <http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=058a>

Procedimiento parecido sucede con las coordenadas (y) y que el origen es la línea ecuatorial, donde resulta que el Ecuador está notablemente muy alejado del meridiano central del huso.

Entonces el Ecuador es el origen del eje de las ordenadas (y) y que toda la parte está al sur del meridiano por lo que se tendría coordenadas negativas. Así mismo se suma el valor 10.000.000 a los valores de (y), pero sólo en el caso de que se trate de coordenadas pertenecientes al hemisferio sur y la ubicación del sistema a desarrollar, amerita la suma de esta constante. (Gis Información Geográfica, 2004, <http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=058a>)

Entonces los cálculos de meridiano central y el huso donde caen las coordenadas planas xyz:

$$\Delta = huso * 6 - 183 \text{ Ecuación 2-8 Parámetro de ubicación huso horario}$$

$$\Delta = 17 * 6 * 183 = -81$$

En el ejemplo es necesario calcular la distancia angular que existe entre la longitud y el punto así mismo también con el meridiano central del huso.

Para los cálculos se trabaja en radianes o en números adimensionales que anteriormente se debió mencionar a continuación se explica de manera puntual la conversión a radianes así que multiplicamos por Pi y dividimos por 180:

$\Delta A = A - A_0$  Ecuación 2-9 Variación de índice de huso horario

$\text{delt} = ((-1) * \text{longiRad}) - \left( A_0 * \frac{\pi}{180} \right)$  Ecuación 2-10 Parámetro de meridiano de Greenwich

Delta= 0.040862433845855

### 2.5.3. *Obtención de las Coordenadas Rectangulares XYZ del Cantón*

Los valores que se calculan en este apartado del trabajo están dependiendo unos a continuación de otros los cuales se consiguen en el **ANEXO G**. La demostración matemática de proyecciones esféricas de la longitud y la latitud a superficies planas de las ecuaciones de Coticchia-Surace. Los cálculos son bastantes complejos considerando que las operaciones se realizan en Real Time por esta razón los cálculos se ha realizado en Matlab.

Calculados todos los parámetros se procede a reemplazar en la ecuación que determina las coordenadas en (xyz) finales que se le se suma una constante de 500000.

$x_1 = (E * v) * (1 + (I/3)) + 500000$  Ecuación 2-11 Traslación del eje x al nuevo origen

$x_1 = 7.605377505376514e+05$

Para el parámetro (y) de igual manera deberemos sumar la constante de 10.000.000 al dato calculado por estar ubicado el sistema al oriente del Meridiano de Greenwich.

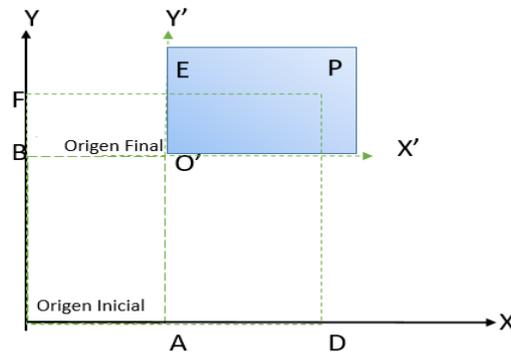
$y_2 = ((n * v) * (1 + I) + Bfi - 10000000) * (-1)$  Ecuación 2-12 Traslación del eje y al nuevo origen  
 $y_2 = 9.855354255584087e+06$

### 2.5.4. *Traslación de Ejes para los buffers*

En resumidas palabras la **Figura 11-2** muestra como una coordenada P al realizar traslación de coordenadas se convierte en el nuevo centro O' con centro en el punto (h, k) de tal manera que el nuevo plano cartesiano es x' y y'.

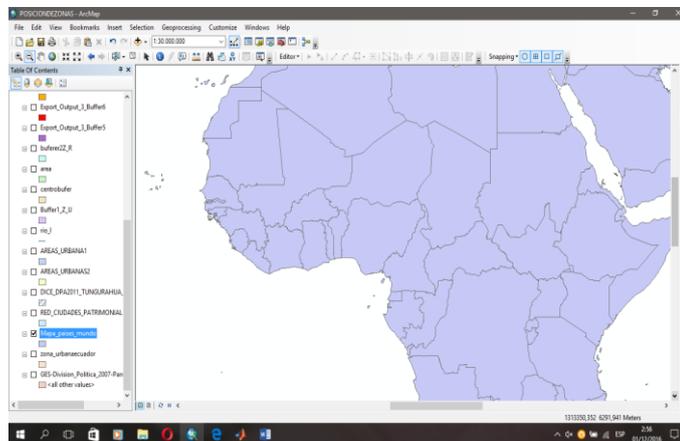
$x = x' + h$ , Ecuación 2-13 Traslación del eje X'

$y = y' + k$ . Ecuación 2-14 Traslación del eje Y'



**Figura 11-2** Traslación teórica del sistema  
**Fuente:** FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

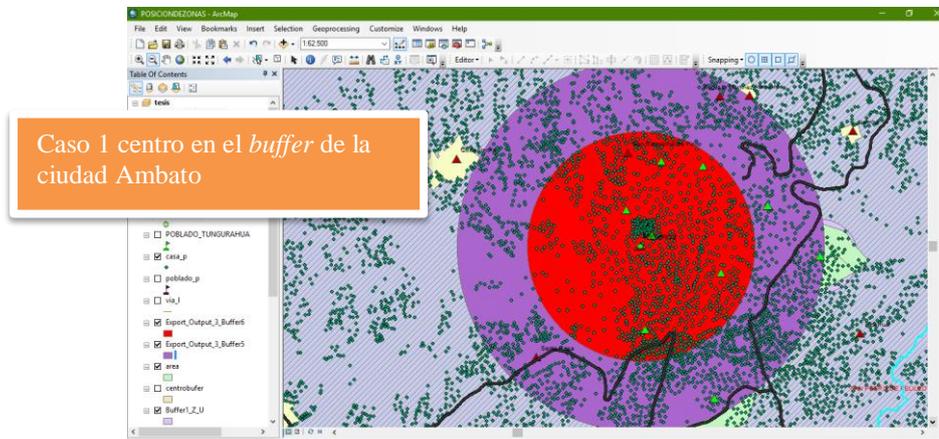
En el **Mapa 9-2** se observa el centro de coordenadas cartesianas sin traslación de tal modo el meridiano de Greenwich determina el centro para el eje  $x$  mientras que la línea ecuatorial representa el eje de las  $y$ , entonces se observa que el centro de coordenadas está situado en África y el océano Atlántico para lo cual aplicando geometría analítica se procede trasladar los ejes a la ciudad de Ambato.



**Mapa 9-2** Traslación del eje original en el sistema UTM  
**Fuente:** FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

Para este caso la información se trasladó al centro de coordenadas de cada *buffer* será preciso mostrar la necesidad de moverlo o traslado al sub espacio plano ( $xyz$ ) en lugar de trabajar en planos esféricos al interior de a cada uno de los *buffer* que corresponde las zonas de restricción de velocidad limitada.

Este proceso no influye sobre las señales de salida entonces tomando el nuevo sistema de ejes coordenados cartesianos  $O'$  del plano  $X' Y'$ , para ejemplo se observa el **Mapa 10-2** que representa a la ciudad de Ambato.



**Mapa 10-2** Traslación el nuevo centro de Origen  
**Fuente:** FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

## 2.6. Algoritmo para la Geo-referenciación las Zonas de acuerdo a las Velocidades

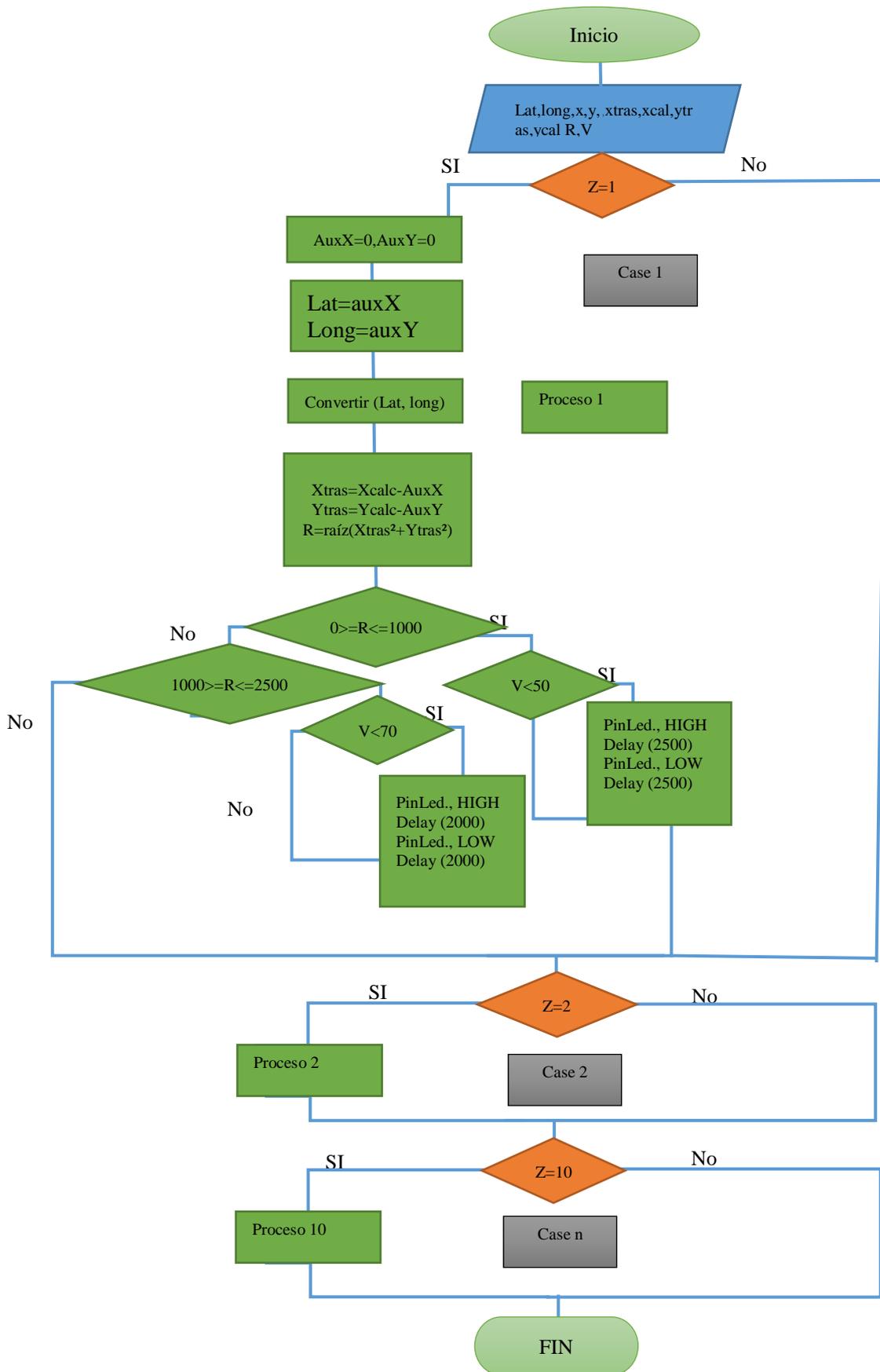
El algoritmo del **Gráfico 3-2** empieza con la ubicación de la zona con variables globales de la latitud y longitud en grados minutos y segundos que son los llamados casos.

Las variables globales de latitud y longitud son declaradas en variables locales que permite el cálculo de las coordenadas cartesianas con la función convertir (lati, long) que de hecho son prácticas para cálculo matemático de áreas.

La variables locales de xtraslación y ytraslación se actualizan simultáneamente dependiendo en que zona este el vehículo que permite ubicar el centro de origen a cada caso.

Se tiene una variable radio que determina la distancia que existe entre la ubicación del vehículo al centro de origen de la zona en el que este en ese momento.

Cuando se determina el radio entra a la restricción de la zona. Al ser verdadero entra a la condición de velocidad del automóvil. Para terminar el proceso del diagrama de flujo, si las condiciones fueron verdaderas ejecuta las acción caso contrario se termina y vuelve a empezar.



**Gráfico 3-2** Algoritmo del Sistema electrónico de control

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

### 2.6.1. Descripción de la Función Convertir Coordenadas del Algoritmos a Desarrollar

Escrita de forma literal del código del sistema conversión UTM (latDest, lonDest) que permite llamar a convertir información geodésica a coordenadas planas xyz. Donde latDest son números de tipo flotantes que es resultado de un proceso de des-vectorización de igual manera sucede con el dato lonDest.

La función convertir se desarrolló con el método de Coticchia-Surace que parte de conceptos de cartografía espacial de la tierra con proyecciones en el plano horizontal y vertical para conseguir coordenadas cartesianas que son prácticas para cálculos de distancias, el script de la función se encuentra en el ANEXO G.

### 2.7. Desarrollo del Control de Velocidad

Para la elaboración del programa del sistema, consta de dos partes la primera es el cálculo del radio desde un punto central y la segundo es la programación de interrupciones para cada zona.

#### 2.7.1. Variación del punto centro para la programación

Para la elaboración del programa que permita calcular el radio general como se ve en la **Figura 12-2** se toma las coordenadas de cada uno de las zonas en formato de coordenadas cartesianas que resulta la obtención de la traslación de los ejes para poder tener los datos de altitud y longitud y otra serie de variables con la aplicación de artificios matemáticos.

En la **Figura 12-2** de puede ver la traslación del nuevo punto de origen que en nuestro caso es el que se utiliza para proceso posterior.

```
x=((E*v)*(1+(1/3))+500000)-764848; /*!< 500.000 es el retranqueo que se
coordenadas en el eje X con el objeto de que no existan coordenadas nega
// Serial.print (" X = "); Serial.print (x,5); Serial.println (" (m)");
y=((n*v)*(1+I)+Bfi-1000000)*(-1)-9860664; /*!< En el caso de latitud
para evitar coordenadas negativas */
```

Traslación del eje X
Traslación del eje Y

**Figura 12-2** Traslación de Ejes en el *software* de Arduino  
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

### 2.7.2. *Modificación de la Señal del sistema de Inyección*

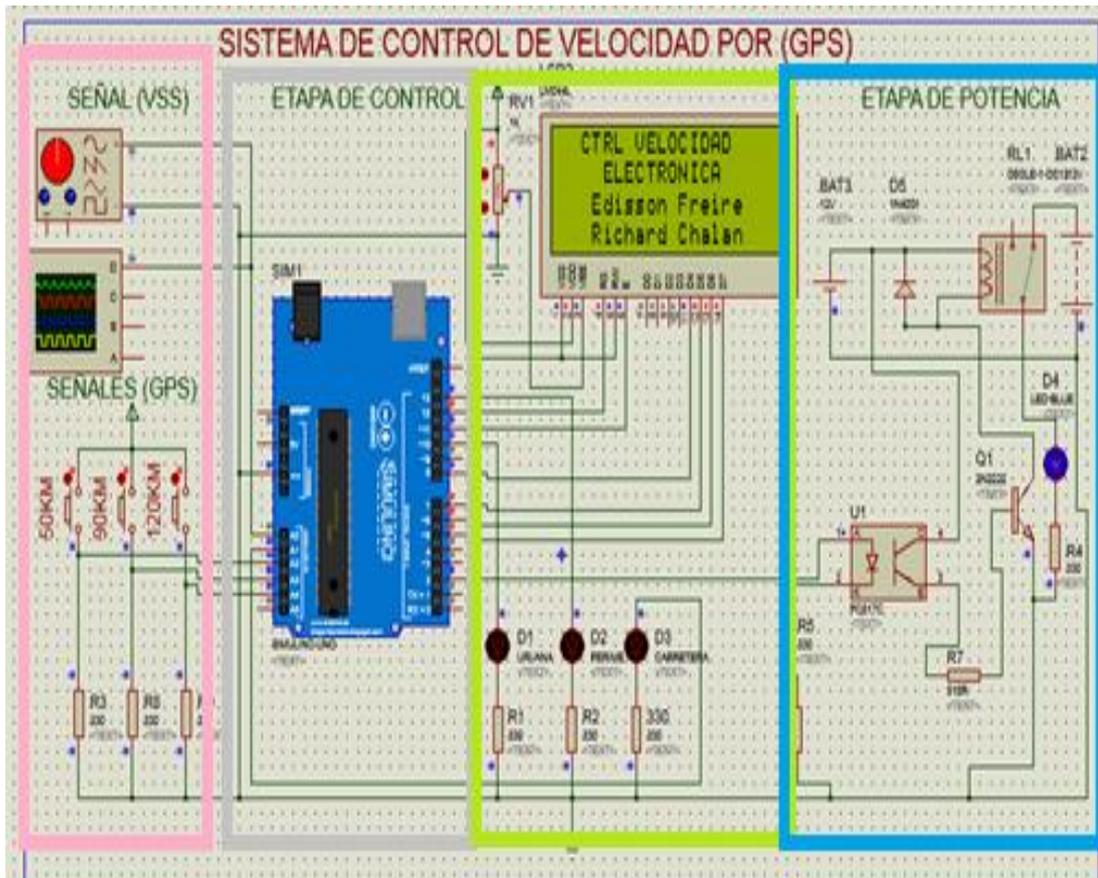
En la **Figura 13-2** se observa la elaboración de las interrupciones para la programación depende del radio general, para la ubicación de la zona que se encuentra el vehículo, consiste en poner un máximo de interrupciones para poder realizar el control limitante de velocidad, mientras siga siendo mayor el radio general al radio establecido seguirá ejecutándose el número de interrupciones indicadas para cada zona.



**Figura 13-2** Señal de Interrupciones del Sistema  
Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

### 2.7.3. *Simulación del Proceso de Control de Velocidad para el Posicionamiento Global.*

El proceso de diseño del sistema de control de velocidad basado en el posicionamiento global en la simulación de la **Figura 14-2** cuenta con diferentes etapas: etapa de censado, etapa de control, etapa de visualización, y etapa de potencia. Etapa de censado la cual se derivan dos formas de generar las señales para simular las entrada para la etapa de control.



**Figura 14-2** Simulación de control de velocidad por el posicionamiento global

Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

Las primeras señales emitidas por el sensor Vss o sensor de velocidad, está representado mediante un generador de señales que simula la frecuencia de los pulsos de la velocidad del vehículo. La segunda es un conjunto de pulsadores que simulan la posición de la zona donde se encuentra el vehículo, en este caso ubicando rangos de 50Km/h para la zona urbana, 70 Km/h en la zona perimetral y de 90Km/h en carretera.

La etapa de control está representado por el arduino uno que va ejecutar el programa que será cargado en el mismo.

La etapa de visualización permite ver las respuestas de la ejecución de la etapa de control y observar el cambio de zona mediante luces led.

Etapa de potencia está formada por un opto transistor, transistor y un relé en una configuración para su activación en un estado alto.

## 2.8. Vehículo de prueba para el Sistema Electrónico del limitador

El Chevrolet Aveo emoción de la **Figura 15-2** es un auto de los muy comerciales que son vendidos en el país con 12 % del total en el mercado automotor como lo dice la página <https://ecuador.patiotuerca.com/blog/marcas-modelos/> por ser económico en consumo de combustible, por otra parte en cuanto a mantenimiento y repuestos son más baratos y fácilmente de conseguir y por ser el auto disponible para el desarrollo del sistema electrónico.



**Figura 15-2** Chevrolet Aveo Emoción  
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

De acuerdo con toda la información recopilada anteriormente, está claro que la mayoría de vehículos utilizan el sistema de inyección multipunto. Una de las desventajas del mono-punto es que solo pocas marcas lo han comercializado en ediciones limitadas, mientras que el sistema de multipunto cada vez sigue incrementado su utilización de manera más eficiente.

Ahora aclarando de manera puntual con una pequeña definición de sistema multipunto, es aquel que cuenta con el mismo número de inyectores y el mismo número de cilindros en este caso tiene cuatro inyectores por lo que tiene 4 cilindros pero al decir multipunto también existe otras clasificaciones como son inyección secuencial, semi-secuencial y simultánea.

La inyección semi-secuencial es la cual que la activación de los inyectores se lo realiza en pares de ahí se determina que pueden ser directa o indirecta.

La inyección directa es cuando el ingreso de gasolina se la realiza directamente a la cámara de combustión, y hace contacto con la chispa para realizar la combustión del combustible.

La inyección indirecta es cuando la inyección se realiza antes de la cámara de combustión e incluso de la válvula de admisión pudiendo de esta manera garantizar que siempre habrá combustible en la cámara de combustión, así evitar ese tiempo que no exista combustible en la cámara teniendo ventajas como que no exista pérdidas, teniendo menor contaminación y ahorrar gasolina.

### 2.8.1. *Señales de Salida Mostradas en el Socket del Inyector*

Para poder realizar la modificación o interrupción de las señales lo primero es tener claro que existen dos cables con los que cuenta el conector del inyector.

Es necesario saber cómo se comportan tanto la alimentación del inyector en la **Figura 16-2** y la señal del inyector, antes de realizar cualquier corte en las mismas. La señal de alimentación, si bien es fácil de retirar el conector y poder medir con el osciloscopio o el multímetro obtenemos un voltaje de 12V continuos y una señal constante como observamos a continuación.



**Figura 16-2** Vista de la Señal en el osciloscopio

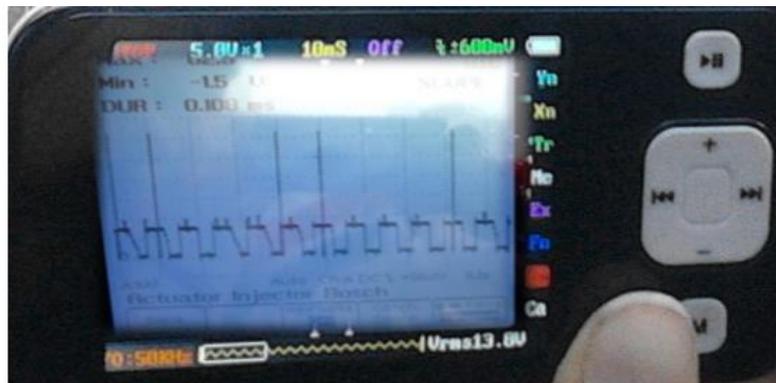
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

Mientras que realizando la misma medición conectando el conector al inyector observamos en la **Figura 17-2** una señal muy parecida a un PWM, que es muy diferente a la anterior señal siendo medida en el mismo cable.



**Figura 17-2** Señal simulada de los inyectores  
**Fuente:** FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

La **Figura 18-2** indica la medición que se realiza a otro cable del conector con la otra señal del inyector, entonces si desconectamos la señal y se observa a un PWM con la diferencia de que el PWM tiene una modificación que cuando se encuentra en el estado de duty o alto en su extremo cuenta con un pequeño sobre pico que es característico de la señal del inyector.

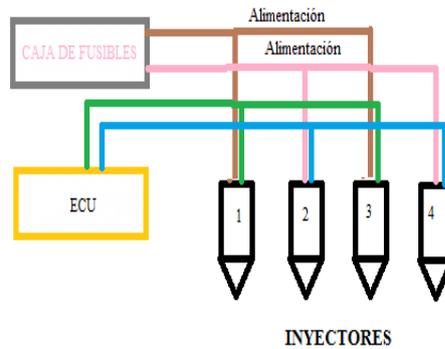


**Figura 18-2** Señal sobre revolucionada del Inyector  
**Fuente:** FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

### 2.8.2. *Modificación a Realizar en el sistema de inyección del Auto*

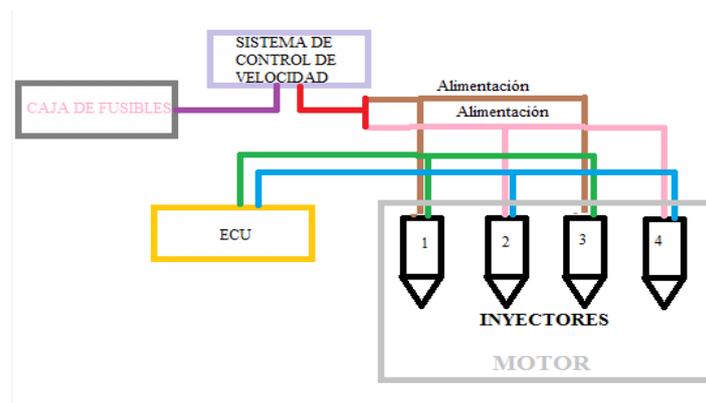
La **Figura 19-2** muestra el diagrama del modo de conexión de los inyectores que permiten encontrar las señales. Se procede al corte del de los cables de alimentación enfatizando que el vehículo es de inyección multipunto semi-secuencial indirecta queda claro que está alimentada de dos en dos. Para la conexión el inyector uno se conecta con el tres mientras tanto el inyector

dos con el inyector cuatro. Teniendo en claro que la alimentación sigue siendo los 12V y el comportamiento de las señales conectadas a cada inyector es el mismo.



**Figura 19-2** Ubicación del Sistema de alimentación de los Inyectores  
**Fuente:** FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

Realizar la modificación se realiza un empalme en los cables de alimentación a una sola línea tomada desde la caja de fusibles y a continuación el sistema electrónico como se observa en la **Figura 20-2** que está ubicado al extremo del motor.



**Figura 20-2** Comunicación del Sistema de Inyección y Sistema Electrónico  
**Fuente:** FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

## 2.9. Diseño e Implementación de la PCB (Printed Circuit Board)

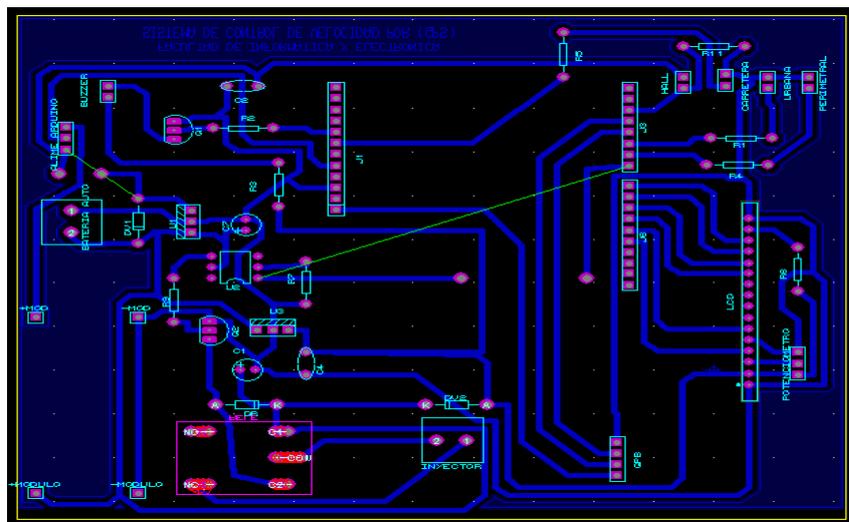
El diseño y la implementación de las PCB están realizadas para el correcto funcionamiento y seguridad tanto del usuario como para la protección de los elementos que conforman el vehículo

para eso se realiza el diseño de las pistas, la simulación de cada uno de los componentes electrónicos.

### 2.9.1. *Diseño de las placas PCB.*

Debido a las ventajas que presenta realizar el diseño de las placas en programas computacionales que indica la **Figura 21-2**. Para este caso se diseñó en el *software* Isis del Proteus, la unión de los elementos que ocupa, sin esperar que esta simulación sea ejecutada correctamente, debido a que el principal objetivo es solo la unión de elementos.

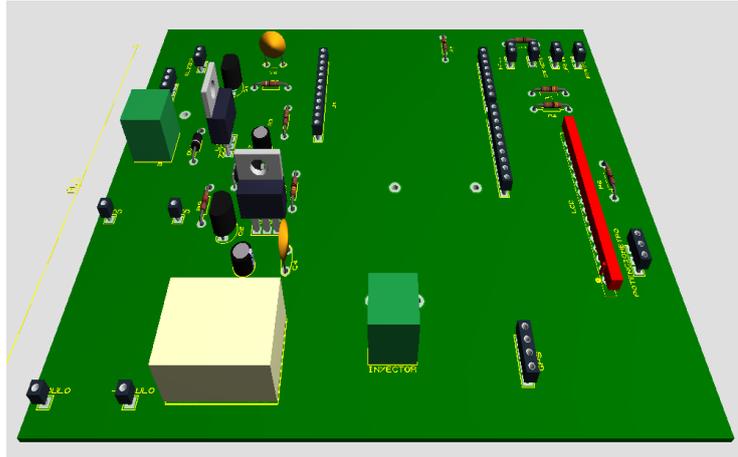
Pasando al Ares existe la opción de poder ordenar los elementos de acuerdo a las necesidades, requerimientos y espacios disponibles para poder evitar que no existan puentes y ejecutar el Auto Router para que se puedan crear las pistas correspondientes.



**Figura 21-2** Auto Routeo en Ares Proteus.  
Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

Una vez se ejecuta el ruteo podrán verificar que el número de puentes adicionales sea el más reducido si es posible cero puentes.

Observando la **Figura 22-2** se indica en tres dimensiones el resultado de cómo van a quedar ubicados los diferentes materiales de la placa culminada.

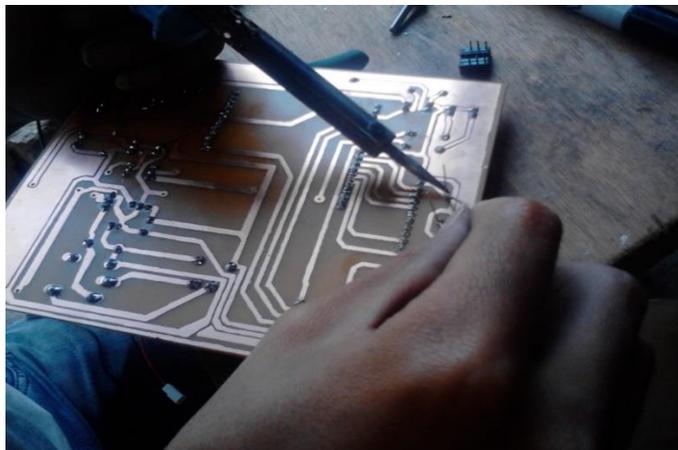


**Figura 22-2** Visualización de placa en tres dimensiones.  
**Fuente:** FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

### 2.9.2. *Implementación de PCB*

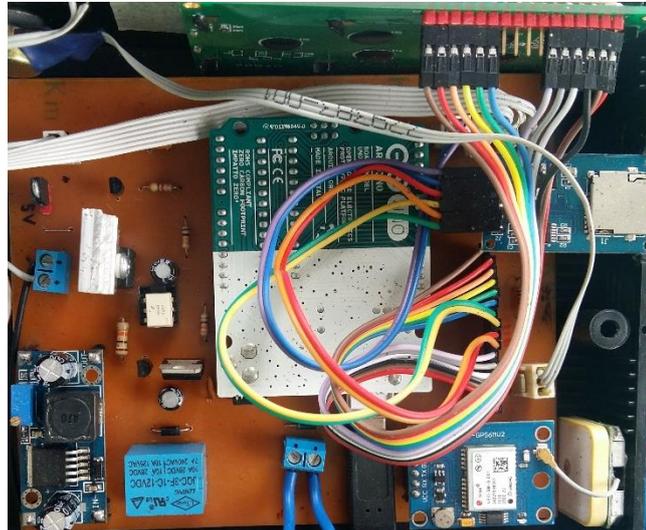
La implementación se realizó una vez culminada la parte del diseño y simulación como se observa en la **Figura 23-2**. Para tener una clara idea de cómo va a ser el resultado. Se procede con la impresión del diseño en papel cuche y a la transcripción en la baquelita de cobre por medio de calor.

Con el paso de las pistas viene otra parte importante, como es la perforación de la placa y la ubicación de los materiales, que coincida perfectamente con los agujeros para que no existan daños en los materiales y primordialmente en las pistas de la placa para evitar aislamientos en las sueldas, generando sueldas frías.



**Figura 23-2** Ubicación y soldado de elementos en la PCB  
**Fuente:** FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

El resultado final se muestra en la **Figura 24.2** de la placa implementada tiene que ser limpiada de los residuos de soldadura, principalmente de la pasta de soldar y evitar cortos circuitos quedando de esta manera.



**Figura 24-2** Placa finalizada e incorporación de elementos  
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

## 2.10. Instalación del Sistema Electrónico en el Automóvil

La instalación en el vehículo se muestra en la **Figura 25-2** se observa que es muy sencilla, y fácil de hacer debido a que en la PCB implementada cuenta con sus respectivas borneras, tanto para la alimentación y del otro lado cuenta con un adoptador de celular que ha sido modificado para que la carga sea tomada directamente y proporcione un voltaje de 12 V, mientras que para la parte del control de inyección esta una bornera independiente.



**Figura 25-2** Ubicación de la PCB en el vehículo.  
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

## CAPÍTULO III

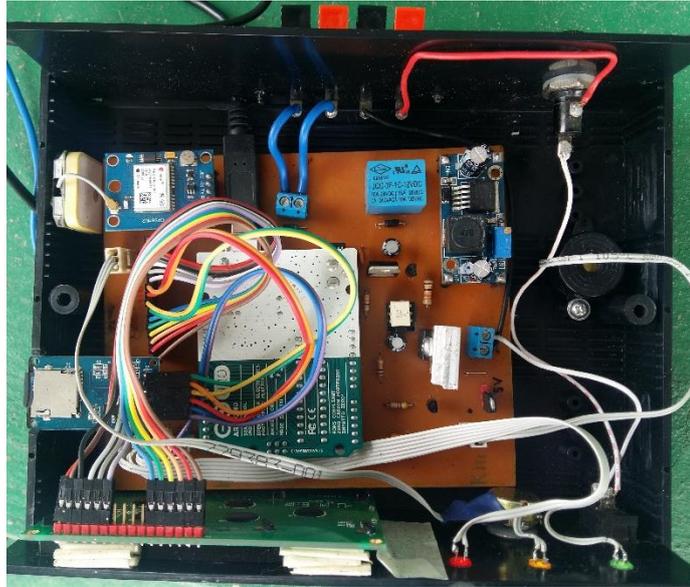
### 3. MARCO DE RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se detallan las pruebas y los resultados obtenidos de la implementación del prototipo desarrollado tales como: el análisis de funcionamiento, la confiabilidad de la información de ubicación, el resultado del sensor de velocidad del dispositivo, el consumo de corriente y determinar cómo afecta el prototipo desarrollado en la vida útil de la batería del auto y para terminar se analiza el costo de fabricación del prototipo limitador de velocidad para el vehículo a inyección electrónica.

#### 3.1. Pruebas de Funcionamiento del Sistema en el Vehículo

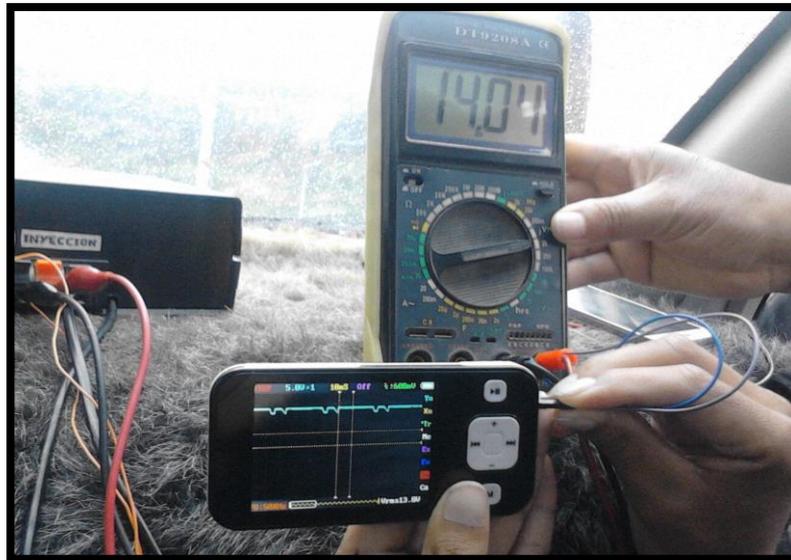
Para esta prueba se elaboraron dos diseños debido al movimiento del vehículo momento de movilizarse, de esta manera se permite su correcto funcionamiento y de adaptación del sistema limitador de velocidad en el interior del vehículo con el sistema electrónico que controla la velocidad de auto. Al principio contaba con dos reguladores de voltaje de 5V, uno de ellos estaba siendo usado solo para la alimentación del LCD 20\*4 y el buzzer. El segundo regulador era para la alimentación del arduino, módulo GPS y de tres diodos led. Considerando que el consumo del arduino es de 2 W y que el del regulador de 1W, este no puede disipar el calor producido.

En la **figura 1-3** se muestra la segunda placa, esta usa una fuente conmutada que brinda la corriente requerida del dispositivo de 2A por otra parte cabe señalar que mientras se agreguen o haya caídas de voltaje en el sistema de alimentación del dispositivos, la fuente compensa y mantiene el voltaje constante de 5V.



**Figura 1-3** Placa de funcionamiento.  
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

El consumo total del dispositivo limitador es de 1.9W y la corriente es de 240 mA, la **Figura 2-3** indica la alimentación de 14.04 V de la batería cuando el vehículo esta encendido.



**Figura 2-3** Alimentación del módulo en el vehículo encendido  
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

Para un correcto funcionamiento del sistema, la alimentación del arduino debe ser de 5V continuos sin importar que el actuador esté en funcionamiento la fuente conmutada permite que el voltaje se compense y se mantenga. Al igual que el módulo GPS que se alimenta con 3.27V continuos para mantener el equipo operativo y así no perder información.



**Figura 3-3** Alimentación de la Shield GPS.  
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

En la **Figura 4-3** se observa las señales de alimentación de los inyectores determinando que existe una pequeña variación en el voltaje mientras las RPM se incrementan el voltaje se reduce. Entonces la señal de inyección varía de manera análoga a las señales de salida de voltaje en el inyector.



**Figura 4-3** Variación de voltajes en la señal de inyección.  
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

### 3.2. Resultados para delimitación de zonas con la Shield GPS

Con el estudio realizado en el **CAPÍTULO II** para la delimitación de zonas se determinó las coordenadas planas que se trasladan a cada uno de las parroquias como centro de origen el cual permite la restricción de las velocidades para la zona urbana, rural (perimetral) y carretera.

En la **Figura 5-3** se indica la velocidad a la que debe circular indica la zona donde está y a qué velocidad en ese momento el vehículo se está desplazando.



**Figura 5-3** Sistema implementado indicando la zona  
Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

En la **Tabla 1-3** muestra la información de 0.5 km y 1 km que determina áreas donde hay restricción de velocidad, considerando que la concentración de población no es la misma pero tiene relación. Teniendo como resultado del estudio y la investigación la información obtenidas de las parroquias con la ayuda del GPS. El valor de 1 representa la concentración de población que establece la opción de 0.5 kmh o 1 kmh como se indica a continuación:

**Tabla 1-3:** Delimitación de zonas con Arcgis

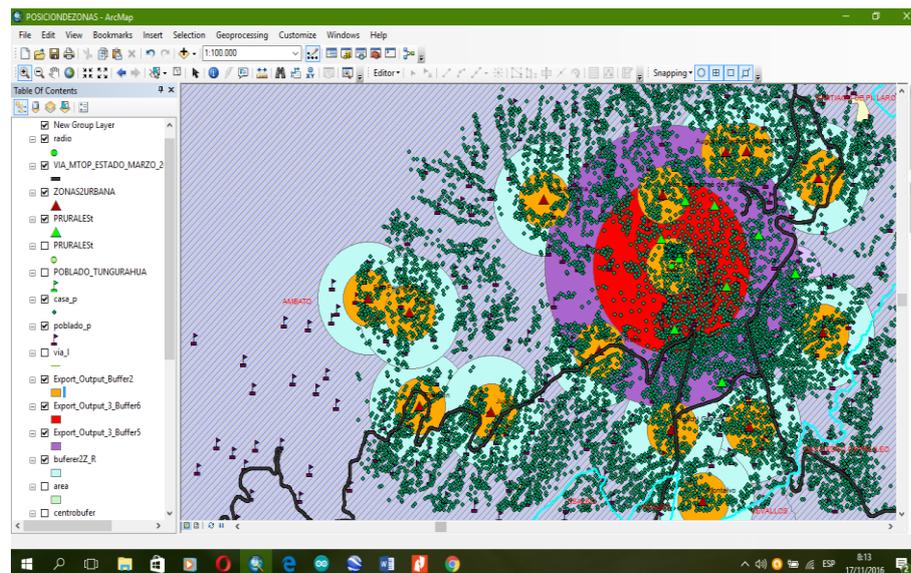
Id	Provincia	Agrupamiento de población	
		0.5 km	1 km
1	Totoras		1
2	Santa Rosa		1
3	San Fernando	1	
4	San Bartolomé de Pinlo		1
5	Quisapincha		1
6	Pilahuin		1
7	Picaihua	1	
8	Pasa		1
9	Montalvo	1	

10	Juan B. Vela		1
11	Izamba		1
12	Huachi Grande	1	
13	Augusto Martínez	1	
14	Atahualpa		1
15	Ambatillo		1
16	Unamuncho		1
17	Cunchibamba	1	
18	Constantino Fernández	1	
	total de Parroquias	7	11

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

$Distribución Poblacional = (11 * 100\%) \div 18$  Ecuación 3-1 Determinación de distribución mayoritaria

Con la investigación se concluyó que a un diámetro de 1 km el 70 % de las viviendas se agrupan fuertemente y al incrementar el diámetro de la zona de estudio los poblados disminuyen su concentración en el **Mapa 1-3** muestra el resultado gráficamente.



**Mapa 1-3** Zonas para delimitar la velocidad

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

Concluyendo que se tiene 11 *buffers* los cuales se programaron como casos particulares para la programación del sistema determinado así dos sub sistemas que representa el área de color naranja una velocidad de 50 Km/h y el área de color celeste 70 km/h y fuera de estos el sistema se desactiva hasta cuando ingrese nuevamente a cualquiera de los 11 casos.

### 3.3. Pruebas de interrupciones para el sistema Geo posicionado

Para establecer el tiempo de interrupción necesario en alto y baja que son determinados automáticamente por el sistema con la placa arduino uno, considerando que se encuentre dentro de alguna zona donde el vehículo se encienda de ahí que empieza el trabajo de interrumpir o no la señal de alimentación de los inyectores.

La **Tabla 2-3** muestra el inicio del funcionamiento del sistema con normalidad una vez se establezca la comunicación con el GPS.

**Tabla 2-3** Tiempo de Establecimiento del GPS

Tiempo de establecimiento de la comunicación del GPS		
Horas sin alimentación	Horas	Minutos
120 h	-	20
72h	-	15-16
48h	-	15
24h	-	8
12h	-	5-6
6h	-	4
3h	-	4
1h	-	2-3

Fuente: FREIRE, Edison; CHALÁN Richard, 2017

Cuando el GPS es alimentado en un edificio de más de dos plantas, este tiende a tener problemas en su correcto funcionamiento entonces se aplica la técnica de fusión sensorial de tal manera evita que se pierda la información y el dispositivo continúe funcionando.

Para sintonizar mejor los parámetros de las interrupciones fue elaborada la **Tabla 3-3** que mediante un pulsador en la alimentación de los inyectores determinando así que funcionen de correctamente para luego hacer las interrupciones con el sistema en el vehículo.

**Tabla 3-3** Interrupción de sistema en alto y bajo

<b>Tiempo de interrupciones en Alto y en Bajo</b>				
<b>Tiempo en alto(ms)</b>	<b>Tiempo en bajo(ms)</b>	<b>50Km/h(3pulsos)</b>	<b>70Km/h(8pulsos)</b>	<b>90Km/h(5pulsos)</b>
Mejor a 380	Menor a 470	apagado	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error
380	470	Limitador funcionando correctamente	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error
Mayor a 380	Mayor a 470	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error
Menor a300	Menor a 450	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error
300	450	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando correctamente	Limitador funcionando con error
Mayor a 300	Mayor a 450	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error
Menor a 350	Menor a 450	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error
350	450	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando con error	Limitador funcionando correctamente

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

Dando como resultado que para la urbana con 5 interrupciones con tiempos de 380 ms en alto y 470 ms en bajo; para la rural con 8 interrupciones con un tiempo de 300 ms en alto y 450 ms en bajo; y para carretera con 3 interrupciones con tiempo de 350 ms en alto y de 450 ms en bajo y funcionada con la determina la delimitación de zona y activa las interrupciones para el sistema de inyección del vehículo.

### **3.4. Prueba de Comunicación de la Posición del Sistema Implementado con el GPS de Android**

Para determinar la correcta información procesada del sistema se ha realizado la prueba del coeficiente de variación en Microsoft Excel con la extensión análisis de datos de estadística descriptiva.

Para tal prueba se ha cogido 30 muestras de longitud y latitud de una de las zonas donde el sistema se ejecuta en condiciones similares, comparándolo con la información de un GPS comercial de Google Maps de Android en un mismo lugar.

**Tabla 4-3** Análisis de fiabilidad de la información

	Latitud del Sistema	Latitud de GPS comercial	Longitud del sistema	Longitud de GPS comercial
Media	1.656543	1.656445138	78.6757833	78.6756852
Mediana	1.656543	1.656451	78.675781	78.675729
Desviación estándar	4.57E-06	0.000190537	6.4204E-06	0.00013907
Varianza de la muestra	2.09E-11	3.63043E-08	4.1222E-11	1.9339E-08
Rango	1.5E-05	0.000613	2.3E-05	0.000443
Mínimo	1.656534	1.656001	78.675773	78.675463
Máximo	1.656549	1.656614	78.675796	78.675906
Cuenta	30	30	30	30
Nivel de confianza (95.0%)	1.74E-06	7.24763E-05	2.4422E-06	5.2898E-05

Fuente: FREIRE, Edison; CHALAN Richard, 2017

$$\text{Coef de Variación} = \frac{D \text{ Estandar ubicación}}{\text{media}} * 100 = \text{Ecuación 3-2 CV de ubicación del Sistema Electrónico}$$

$$\text{Error Absoluto} = \text{Valor Real} - \text{Valor Medido} \text{ Ecuación 3-3 Cálculo del Error Absoluto}$$

Al realizar los cálculos el resultado de la latitud del sistema realizado es de 0.000275985 y el GPS comercial es de 0.011502752. Por otro lado el Coeficiente de variación de la longitud del sistema es de 8.16059E-06 y a del GPS comercial es 0.000176759 y el error absoluto medido del sistema electrónico es de 0.000098 calculado con la **Ecuación 3-3**.

Al realizar las pruebas de coeficiente de variación de la latitud y la longitud resulta que el sistema tiene un Coeficiente de variación menor al 1 % se garantiza que la información de ubicación que procesa al sistema realizado es fiable y segura de acuerdo con Jaime Zamora (Estadística Básica para Estudiantes, 2011, p.35)

### 3.5. Pruebas del Sensor de Velocidad del Sistema Vs el del Vehículo

Se realizó las pruebas del coeficiente de variación a 30 muestras a una velocidad constante de 30km durante un minuto que fueron mostradas por el tacómetro del vehículo de pruebas y la información mostrada en el LCD del dispositivo en la **Tabla 5-3** se muestra el resumen de los parámetros estadísticos.

**Tabla 5-3** Análisis de la información del Sensor Velocidad

	<b>Velocidad del tacómetro</b>	<b>Velocidad de Sistema</b>
<b>Media</b>	30	30.077988
<b>Mediana</b>	30	30.10304
<b>Desviación estándar</b>	0	0.6292001
<b>Varianza de la muestra</b>	0	0.39589277
<b>Rango</b>	0	2.31161
<b>Mínimo</b>	30	29.06419
<b>Máximo</b>	30	31.3758
<b>Suma</b>	900	902.33964
<b>Cuenta</b>	30	30
<b>Nivel de confianza (95,0%)</b>	0	0.23494718

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

Aplicando **Ecuación 3-2** se determina que el coeficiente de variación del tacómetro es cero porque fue tomada velocidad constante mientras que el sistema mostró un coeficiente de variación del 2 % que es un valor aceptado de fiabilidad y el error absoluto de velocidad medido del sistema electrónico es de 0.077 calculado con la **Ecuación 3-3**.

### 3.6. Prueba para el Sistema Electrónico en la alimentación en el Auto sin Carga

El análisis de consumo de energía determina el tiempo de duración de la batería cuando el dispositivo limitador se encuentra conectado al sistema eléctrico cuando el vehículo no está cargando la batería con el alternador. Para determinar el consumo de energía de corriente y potencia se realizó un censo de carga de cada uno de los elementos y dispositivos ocupados en el sistema de control y de la etapa de potencia que conforman el dispositivo que se muestran en la **Tabla 6-3**.

**Tabla 6-3** Potencia absorbida del Sistema

<b>Dispositivo</b>	<b>Corriente (Amperios)</b>	<b>Voltaje (Voltios)</b>	<b>Potencia (Wattios)</b>
Arduino Uno (etapa de control)	50mA	12 V	0.6 W
Etapa potencia	15mA	12 V	0.18 W
Shield GPS	100mA	3.3 V	0.33 W
LCD	75mA	5 V	0.375 W
Total	240 mA	12 V	0.1728

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

La corriente total del sistema es de 240 mA con un voltaje de 12 voltios entonces la potencia total absorbida del sistema corresponde a 2.88 vatios que en el tiempo de uso da como resultado un potencia de 2.88 WH cuando el sistema está trabajando.

En la **Tabla 7-3** se muestra la información del fabricante de la batería con el afán de comparar la potencia que absorbe el sistema de la batería.

**Tabla 7-3** Potencia del Acumulador de energía de 12V

Acumulador de Energía	Corriente (Amperios)	Voltaje (Voltios)	Potencia (Wattios)
Boch	50 AH	12 V	600WH

Fuente: FREIRE, Edison; CHALAN Richard, 2017

Como se observa que la batería se descarga en una hora al consumir una carga de 50 Amperios y 600 Wattios de potencia con respecto a 240 mA que el sistema consume que representa menor que el 1 %.

$$Tiempo\ de\ descarga = \frac{Potencia\ Acumulador}{Potencia\ del\ Sistema} = \text{Ecuación 3-4 Tiempo de descarga de la batería}$$

En el caso de que el sistema permanezca conectado al acumulador sin carga del alternador se descargará en 3472.22 horas, que en días es 144.

### 3.6.1. Efecto del Sistema en la Vida útil de la Batería en el Automóvil con Carga

Cuando el acumulador funciona de manera normal con el alternador la vida útil promedio de la batería es de 2 años equivalentes a 730 días. El sistema representa el 0.48 % del total de la potencia que entrega la batería que significa que al implementar en el vehículo la batería disminuye su vida útil.

$$Vida\ Util = \frac{Tiempo\ Total - (Porcentaje\ Adicional * Tiempo\ Total)}{100} \text{ Ecuación 3-5 Tiempo de vida de la batería}$$

Donde:

Tiempo total=730

Porcentaje Adicional=0.48

El 100 % representa el consumo normal del vehículo en 730 días al sumar 0.48 % que es la relación al consumo total de la potencia que entrega la batería al aplicar la **Ecuación 3-4** resulta que disminuye en 3.5 días de la duración en condiciones normales de la batería.

### 3.7. Análisis de Costos del Sistema Electrónico de Control

Del dispositivo implementado se seleccionaron los siguientes dispositivos y materiales que cumple con los requerimientos del diseño para los costos de fabricación se utilizó materia prima directa, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación que se en la **Tabla 8-3** se detallan:

**Tabla 8-3:** Costos de Fabricación para el dispositivo

<b>MATERIA PRIMA DIRECTA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Arduino uno	1	40.00	40.00 \$
Shield GPS	1	30.00	30.00 \$
8	1	10.00	10.00 \$
LED	4	0.15	0.75 \$
Cable	1	3.00	3.00 \$
zumbador	1	1.50	1.50 \$
Placa	1	1.5	1.5 \$
Resistencias	10	0.075	0.75 \$
Sócalos	8	0.5	4.00 \$
Espadines	30	0.05	1.50 \$
Relés	1	1	1 \$
Opto acoplador	1	0.50	0.50 \$
Brocas	4	0.25	1.00 \$
Acido de Corrosión	1	0.50	0.50 \$
estaño	1	1.00	1.00 \$
carcasa	1	15	15 \$
otros	1	20	20 \$
Total Materia Prima			132.00 \$
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>			
Asesoría automotriz	150	150.00	150 \$
Total MOD			150.00 \$
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>			
Energía eléctrica	110kw	0.09	10.00 \$
Servicios básicos	1	5.00	5.00 \$
Combustible	24 galones	2.50	60 \$

Otros		10.00	10.00 \$
Total			85.00 \$

Fuente: FREIRE, Edisson; CHALÁN Richard, 2017

En la **Tabla 8-3** indica el costo de cada uno de elementos, dispositivos y servicios que fueron necesarios para la implementación del sistema electrónico notando que la placa arduino representa el 31 % del total del costo de la materia prima directa, la mano de obra directa representa el total del mismo y la gasolina representa el 71 % del total de los costos indirecto de fabricación. Finalmente el costo de fabricación del sistemas es de 367,00 \$ teniendo en consideración que por ser un prototipito el costo de la mano de obra directa que representa el 41 % del total del costo de fabricación y que solo se utiliza una vez, es así que el valor de una segunda unida reducirá aproximadamente en un 48% del costo de fabricación.

## CONCLUSIONES

- Se implementó un sistema electrónico de control de velocidad no invasivo para automóviles a inyección basado en el posicionamiento global, dividiendo al área supervisar en 11 zonas, Donde los límites de velocidad varían de acuerdo a su ubicación. Trabaja con tiempos de interrupciones según la zona. Para la urbana con 5 interrupciones con tiempos de 380 ms en alto y 470 ms en bajo; para la rural con 8 interrupciones con un tiempo de 300 ms en alto y 450 ms en bajo; y para carretera con 3 interrupciones con tiempo de 350 ms en alto y de 450 ms en bajo.
- El sistema de inyección multipunto es el más apropiado para la implementación del sistema de acuerdo a las opciones que se estudió ya que proporciona seguridad, ahorro de combustible y es viable por ser controlado con interrupciones de tiempo en los automóviles.
- El sistema de control de velocidad fue diseñado para identificar variación de las señales con indicadores tanto sonoros como visuales que permiten exponer el cambio de zonas, diferenciado por medio de GPS, el que requiere para iniciar la comunicación con los satélites un tiempo menor a 20 minutos cuando se ha iniciado por primera vez el sistema.

- Se determinó que la alimentación del sistema diseñado requiere de una fuente conmutada pues permite mantener un suministro constante de voltaje y corriente a los elementos electrónicos que conforman el sistema, permitiendo de tal manera proveer estabilidad en la comunicación con el módulo GPS.
- La información recibida por los satélites es des-vectorizada de modo de tener los datos necesarios para que aplicando el método de Coticchia-Surace se obtienen las coordenadas cartesianas que son valores necesarios para determinar en base a cálculos en que zona se encuentra el automotor.
- Se determinó que los valores de velocidad y posicionamiento obtenidos con el GPS del sistema implementado, al ser comparados con el tacómetro del vehículo y con los datos obtenidos en Google Maps; que este presenta un error absoluto de 0.07798 y 0.00009813 de respectivamente, valores que garantizan la confiabilidad del funcionamiento del sistema.
- En las pruebas de variabilidad aplicadas al GPS del sistema se obtuvo un coeficiente de variabilidad menor al 1%, en cuanto al cálculo de velocidad y de 2% en cuanto a ubicación, valores que indica que el sistema desarrollado es estable.
- El sistema electrónico de control de presenta un consumo de corriente de 0.48% adicional al consumo total de la batería en un automotor. Se calculó que la batería presenta un tiempo de vida de 726.5 días con el sistema implementado de los 730 días que estima el fabricante a condiciones normales.
- El sistema electrónico desarrollado al limitar la velocidad según las zonas, se constituye en una herramienta de ayuda que busca disminuir los accidentes de tránsito y ayudar al conductor el cumplimiento de los límites de velocidad establecidos en las leyes de tránsito plasmados en el COIP.

## RECOMENDACIONES

- Para trabajos futuros elaborar una ampliación del sistema electrónico en el estudio de *buffer* para que la aplicación funcione para todo el país.
- En trabajos futuros del sistema electrónico elaborar el estudio de la aplicación en cuanto se refiere a transporte urbano con establecimiento límites para las rutas de trabajo buscando una mayor seguridad de la velocidad a la que deben desplazarse.
- Con el sistema de control de velocidad se recomienda tener precaución, hasta acostumbrarse a las modificaciones que se producen en el motor durante los cambios de zona y acostumbrarse a los indicadores del mismo.
- La fuente que alimenta el sistema electrónico, debe tener las protecciones apropiadas para interferencias de ruido electrónico que genera el alternador y los componentes electrónicos del vehículo mismo principalmente con los que trabajan con campos magnéticos.
- El mantenimiento de los inyectores debe ser preventivo para que no sufra variaciones en el comportamiento del sistema y evitar fallas indebidas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**ARDUINO.** *Módulo SD* [en línea]. 2014. [Consulta: 31 enero 2016]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SD>

**ARDUINIANA.** *TinyGPS++* [en línea]. 2013. [Consulta: 31 enero 2016]. Disponible en: <http://arduiniana.org/libraries/tinygpsplus/>

**ARTEAGA, Krystofer.** *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LIMITADOR DE VELOCIDAD PROGRAMADO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS A GASOLINA DE ACUERDO A LA NORMATIVA ECUATORIANA VIGENTE* [en línea] **(TESIS).(PREGRADO)**. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Riobamba-Ecuador. 2014. pp. 47-60. [Consulta: 2016-02-27]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3723#sthash.11ramk4D.dpuf>

**CÓDIGO INTEGRAL PENAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR** 1ª ed Nacional: Coip del Ecuador, 2014, pp. 85-109.

**FULLMECANICA.** *Inyección Electrónica por ancho de Pulso PWM* [en línea]. 2014. [Consulta: 31 agosto 2016]. Disponible en: <http://www.fullmecanica.com/definiciones/i/1598-inyeccion-electrinica-gasolina-tiempo-del-pulso>

**GALLAGHER, Federico.** *Inyección Electrónica* [blog]. [Consulta: 14 septiembre 2016]. Disponible en: <http://www.taringa.net/post/autos-motos/17856951/Inyeccion-Electronica-Sensores-nafta.html>

**GOMEZ, Ramiro.** *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO INTELIGENTE, PARA EL CONTROL DE LA VELOCIDAD MÁXIMA EN CIUDAD Y CARRETERA DE UN AVEO 1.4 ACTIVO* [en línea] (**TESIS**).(PREGRADO) Escuela Superior del Ejercito, Departamento de Energía y Mecánica. Latacunga-Ecuador. 2013. pp. 23-43 [Consulta: 2016-02-27]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/2494>

**LEADBETTER, Richard.** *Análisis de Raspberry Pi* [en línea]. 2012. [Consulta: 30 agosto 2017]. Disponible en: <http://www.eurogamer.es/articles/df-hardware-raspberry-pi-analisis>

**LEHMANN, C.H.** Geometría Analítica. 13ª ed. Nueva York –Estados Unidos: LIMUSA. 1989, pp.135-146

**MONTEGRO, Fabián & VARGAS, Darwin.** *DETERMINACIÓN DE PUNTOS GEOGRÁFICOS PARA EL CÁLCULO DE ÁREAS EXACTAS UTILIZANDO GPS DIFERENCIAL (DGPS)* [en línea] (**TESIS**). (PREGRADO) Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Departamento de Electrónica. Quito-Ecuador. 2013. pp. 23-43. [Consulta: 2016-02-27]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11614/1/UPS%20-%20ST002126.pdf>

**MORENO, Agex.** *Sistemas de Control* [blog]. [Consulta: 29 de febrero 2016]. Disponible en: [https://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/14950278/Sistemas-de-control-clasificacion-segun-su-comportamiento.html](http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/14950278/Sistemas-de-control-clasificacion-segun-su-comportamiento.html)

**OGATA, Katsuhiko.** Ingeniería de Control Moderno. 5ª ed. Madrid-España: Pearson. 2010, pp.15-55.

**ORTIZ, Gabriel.** *Sistema de Información Geográfica* [en línea]. 2013.  
[Consulta: 01 enero 2016]. Disponible en: <http://www.gabrielortiz.com/index.asp?Info=058a>

**PROYECTO ARDUINO.** *Guía de usuario Arduino?* [en línea]. 2009.  
[Consulta: 22 julio 2016]. Disponible en: [http://wiki.medialabprado.es/images/d/d1/Arduino\\_user\\_manual\\_es.pdf](http://wiki.medialabprado.es/images/d/d1/Arduino_user_manual_es.pdf)

**QUITO, Carlos.** *DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD PARA EL CONTROL DE LA INYECCIÓN A TRAVÉS DE UN TELÉFONO MOVIL VÍA SATÉLITE PARA UN VEHÍCULO CHEVROLTE LUV 2.2* [en línea] (TESIS).(PREGRADO) Universidad Politécnica Salesiana , Departamento de Mecánica. Cuenca-Ecuador. 2013. pp. 43-107  
[Consulta: 2016-02-27]. Disponible en: [http://repositorio.ups.edu.ec/xmlui/handle/ UPS-CT002550%20](http://repositorio.ups.edu.ec/xmlui/handle/UPS-CT002550%20)

**SOLÍS, Erik & BENITES, Enrique.** *DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN DISPOSITIVO DE NAVEGACIÓN Y SISTEMA DE RUTEO CON LA UTILIZACIÓN DE UN GPS PARALAX Y UN MICROCHIP PIC 16F628A, APLICADO PARA UBICACIÓN DE TRANSPORTE Y PERSONAS EN ZONAS DEL PAÍS* [en línea] (TESIS).(PREGRADO) Universidad Politécnica Salesiana , Departamento de Electrónica. Quito -Ecuador. 2015. pp. 43-100  
[Consulta: 2016-02-20]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10398>

**U-BLOX 6 GPS MODULES.** *¿Qué es y su funcionalidad?* [en línea]. 2012.  
[Consulta: 22 julio 2017]. Disponible en: <http://www.nextiafenix.com/producto/modulo-gps-gy-neo6mv2/>

**XATACA.** *Placa de desarrollo Fruto entre Intel y Arduino* [en línea]. 2013.

[Consulta: 30 agosto 2017]. Disponible en: <https://www.xataka.com/makers/intel-galileo-placa-de-desarrollo-fruto-de-la-colaboracion-entre-intel-y-arduino>

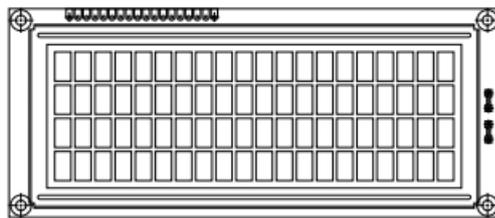
# ANEXOS

## ANEXO A

### Display LCD 2X16.-

(Winstar, 2010) (JmnLab, S.F.)

### 20 x 4 Character LCD



#### FEATURES

- Type: Character
- Display format: 20 x 4 characters
- Built-in controller: ST 7066 (or equivalent)
- Duty cycle: 1/16
- 5 x 8 dots includes cursor
- + 5 V power supply (also available for + 3 V)
- LED can be driven by pin 1, pin 2, pin 15, pin 16 or A and K
- N.V. optional for + 3 V power supply
- Material categorization: For definitions of compliance please see [www.vishay.com/doc?99912](http://www.vishay.com/doc?99912)



MECHANICAL DATA		
ITEM	STANDARD VALUE	UNIT
Module Dimension	146.0 x 62.5	mm
Viewing Area	123.5 x 43.0	
Dot Size	0.92 x 1.10	
Dot Pitch	0.98 x 1.16	
Mounting Hole	139.0 x 55.5	
Character Size	4.84 x 9.22	

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS					
ITEM	SYMBOL	STANDARD VALUE			UNIT
		MIN.	TYP.	MAX.	
Power Supply	$V_{DD}$ to $V_{SS}$	- 0.3	-	7.0	V
Input Voltage	$V_I$	- 0.3	-	$V_{DD}$	

#### Note

- $V_{SS} = 0\text{ V}$ ,  $V_{DD} = 5.0\text{ V}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
ITEM	SYMBOL	CONDITION	STANDARD VALUE			UNIT
			MIN.	TYP.	MAX.	
Input Voltage	$V_{DD}$	$V_{DD} = +5\text{ V}$	4.7	5.0	5.3	V
		$V_{DD} = +3\text{ V}$	2.7	3.0	5.3	
Supply Current	$I_{DD}$	$V_{DD} = +5\text{ V}$	-	8.0	10.0	mA
Recommended LC Driving Voltage for Normal Temperature Version Module	$V_{DD}$ to $V_0$	$-20\text{ }^\circ\text{C}$	5.0	5.1	5.7	V
		$0\text{ }^\circ\text{C}$	4.6	4.8	5.2	
		$25\text{ }^\circ\text{C}$	4.1	4.5	4.7	
		$50\text{ }^\circ\text{C}$	3.9	4.2	4.5	
LED Forward Voltage	$V_F$	$25\text{ }^\circ\text{C}$	-	4.2	4.6	V
LED Forward Current	$I_F$	$25\text{ }^\circ\text{C}$	-	540	1080	mA
EL Power Supply Current	$I_{EL}$	$V_{EL} = 110\text{ V}_{AC}, 400\text{ Hz}$	-	-	5.0	mA

OPTIONS									
PROCESS COLOR						BACKLIGHT			
TN	STN Gray	STN Yellow	STN Blue	FSTN B&W	STN Color	None	LED	EL	CCFL
x	x	x	x	x		x	x	x	

For detailed information, please see the "Product Numbering System" document.

DISPLAY CHARACTER ADDRESS CODE																				
Display Position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DD RAM Address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
DD RAM Address	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53
DD RAM Address	14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27
DD RAM Address	54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67

INTERFACE PIN FUNCTION		
PIN NO.	SYMBOL	FUNCTION
1	$V_{SS}$	Ground
2	$V_{DD}$	+3 V or +5 V
3	$V_0$	Contrast adjustment
4	RS	H/L register select signal
5	$R/\bar{W}$	H/L read/write signal
6	E	H → L enable signal
7	DB0	H/L data bus line
8	DB1	H/L data bus line
9	DB2	H/L data bus line
10	DB3	H/L data bus line
11	DB4	H/L data bus line
12	DB5	H/L data bus line
13	DB6	H/L data bus line
14	DB7	H/L data bus line
15	A	Power supply for LED (4.2 V)
16	K	Power supply for B/L (0 V)
17	NC/ $V_{EE}$	NC or negative voltage output
18	NC	NC connection



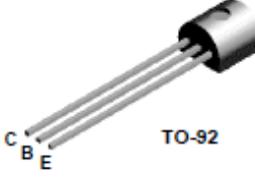
## ANEXO B

Transistor NPN 2N3904.-(Fairchild Semiconductor Corporation, 2001)

2N3904 / MMBT3904 / PZT3904

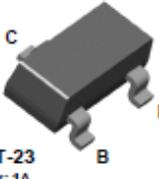


### 2N3904



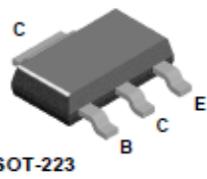
TO-92

### MMBT3904



SOT-23  
Mark: 1A

### PZT3904



SOT-223

### NPN General Purpose Amplifier

This device is designed as a general purpose amplifier and switch. The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier.

#### Absolute Maximum Ratings\* T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V <sub>CE0</sub>	Collector-Emitter Voltage	40	V
V <sub>CB0</sub>	Collector-Base Voltage	60	V
V <sub>EB0</sub>	Emitter-Base Voltage	6.0	V
I <sub>C</sub>	Collector Current - Continuous	200	mA
T <sub>J</sub> , T <sub>stg</sub>	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	°C

\*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

**NOTES:**  
 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.  
 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

#### Thermal Characteristics T<sub>A</sub> = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Max			Units
		2N3904	*MMBT3904	**PZT3904	
P <sub>D</sub>	Total Device Dissipation	625	350	1,000	mW
	Derate above 25°C	5.0	2.8	8.0	mW/°C
R <sub>θJC</sub>	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3			°C/W
R <sub>θJA</sub>	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	357	125	°C/W

\* Device mounted on FR-4 PCB 1.6" X 1.6" X 0.06."  
 \*\* Device mounted on FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1.5 mm; mounting pad for the collector lead min. 6 cm<sup>2</sup>.

## NPN General Purpose Amplifier

(continued)

## Electrical Characteristics

 $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
<b>OFF CHARACTERISTICS</b>					
$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 1.0\text{ mA}, I_B = 0$	40		V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}, I_E = 0$	60		V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10\text{ }\mu\text{A}, I_C = 0$	6.0		V
$I_{BL}$	Base Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{ V}, V_{EB} = 3\text{ V}$		50	nA
$I_{CEX}$	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{ V}, V_{EB} = 3\text{ V}$		50	nA

## ON CHARACTERISTICS\*

$h_{FE}$	DC Current Gain	$I_C = 0.1\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 1.0\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 10\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 50\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$ $I_C = 100\text{ mA}, V_{CE} = 1.0\text{ V}$	40 70 100 60 30	300	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}, I_B = 5.0\text{ mA}$		0.2 0.3	V V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{ mA}, I_B = 1.0\text{ mA}$ $I_C = 50\text{ mA}, I_B = 5.0\text{ mA}$	0.65	0.85 0.95	V V

## SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS

$f_T$	Current Gain - Bandwidth Product	$I_C = 10\text{ mA}, V_{CE} = 20\text{ V},$ $f = 100\text{ MHz}$	300		MHz
$C_{ob0}$	Output Capacitance	$V_{CB} = 5.0\text{ V}, I_E = 0,$ $f = 1.0\text{ MHz}$		4.0	pF
$C_{ibo}$	Input Capacitance	$V_{EB} = 0.5\text{ V}, I_C = 0,$ $f = 1.0\text{ MHz}$		8.0	pF
NF	Noise Figure	$I_C = 100\text{ }\mu\text{A}, V_{CE} = 5.0\text{ V},$ $R_B = 1.0\text{ k}\Omega, f = 10\text{ Hz to }15.7\text{ kHz}$		5.0	dB

## SWITCHING CHARACTERISTICS

$t_d$	Delay Time	$V_{CC} = 3.0\text{ V}, V_{BE} = 0.5\text{ V},$		35	ns
$t_r$	Rise Time	$I_C = 10\text{ mA}, I_{B1} = 1.0\text{ mA}$		35	ns
$t_s$	Storage Time	$V_{CC} = 3.0\text{ V}, I_C = 10\text{ mA}$		200	ns
$t_f$	Fall Time	$I_{B1} = I_{B2} = 1.0\text{ mA}$		50	ns

\* Pulse Test: Pulse Width  $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$ , Duty Cycle  $\leq 2.0\%$ 

## Spice Model

NPN (Is=6.734f Xti=3 Eg=1.11 Vaf=74.03 Bf=416.4 Ne=1.259 Ise=6.734 Ikf=66.78m Xtb=1.5 Br=.7371 Nc=2 Isc=0 Ikr=0 Rc=1 Cjc=3.638p Mjc=.3085 Vjc=.75 Fc=.5 Cje=4.493p Mje=.2593 Vje=.75 Tr=239.5n Tf=301.2p Itf=.4 Vtf=4 Xtf=2 Rb=10)

## ANEXO C

### Módulo Convertidor Dc-dc Elevador Ajustable - XL6009 Arduino



#### Descripcion:

El DSN6009 4A es un modulo Elevador (BOOST) conmutado de alto rendimiento. El modulo utiliza como nucleo el chip XL6009E1 de tecnologia de conmutacion de alta frecuencia de segunda generacion, en lugar del chip de tecnologia de primera generacion LM2577. Este modulo elevador tiene un rendimiento superior a bajo costo.

Los terminales IN-IN + son las entradas negativas y positivas

Los terminales OUT + OUT- son las salidas positivas y negativas.

Referencias de ejemplos de comparacion de pruebas:

Entrada 3V Salida 12V 0.4A 4.8W  
Entrada 5V Salida 12V 0.8A 9.6W  
Entrada 7.4V Salida 12V 1.5A 18W  
Entrada 12V Salida 15V 2A 30W  
Entrada 12V Salida 16V 2A 32W  
Entrada 12V Salida 18V 1.6A 28.8W  
Entrada 12V Salida 19V 1.5A 28.5W  
Entrada 12V Salida 24V 1 A 24W

$V_{in} \cdot I_{in} \cdot \text{Eficiencia} = V_{out} \cdot I_{out}$

$V_{in}$ : Voltaje de entrada  
 $I_{in}$ : Corriente de entrada  
 $V_{out}$ : Voltaje de salida  
 $I_{out}$ : Corriente de salida

#### Caracteristicas:

- Amplio rango de Voltaje de entrada 3V - 32V, el rango de operacion optimo es 5 - 32V
- Amplio rango de salida 5V - 35V
- Conmutadores MOSFET de 4A integrados permiten eficiencia de hasta 94%.
- Alta Frecuencia de conmutacion de 400 KHz
- Tipo de convertidor: Elevador (no aislado)
- Corriente de entrada: 4A max, sin carga 18mA
- Rizo a la salida: 50mV (mientras mayor sea el voltaje, mayor la corriente, mayor el voltaje de rizo)
- Regulacion de voltaje y de carga:  $\pm 0.5\%$
- Temperatura de Operacion:  $-40^{\circ}\text{C}$  -  $+85^{\circ}\text{C}$

#### Dimensiones:

43mm \* 21mm \* 14mm (L \* W \* H)

## ANEXO D

### Transformador 7805 de Fairchild

(Corporation Fairchild Semiconductor, 2001)



www.fairchildsemi.com

# KA78XX/KA78XXA

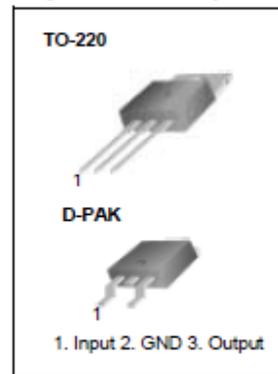
## 3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator

### Features

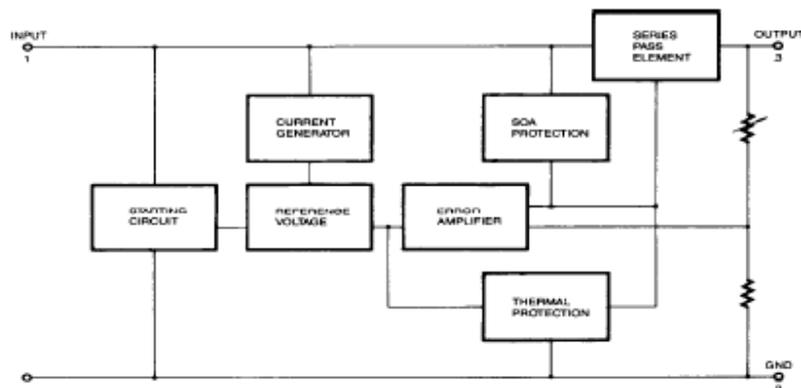
- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

### Description

The KA78XX/KA78XXA series of three-terminal positive regulator are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.



### Internal Block Diagram



## Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (for $V_O = 5V$ to $18V$ ) (for $V_O = 24V$ )	$V_I$	35	V
	$V_I$	40	V
Thermal Resistance Junction-Cases (TO-220)	$R_{\theta JC}$	5	$^{\circ}C/W$
Thermal Resistance Junction-Air (TO-220)	$R_{\theta JA}$	65	$^{\circ}C/W$
Operating Temperature Range (KA78XX/A/R)	$T_{OPR}$	0 ~ +125	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range	$T_{STG}$	-65 ~ +150	$^{\circ}C$

## Electrical Characteristics (KA7805/KA7805R)

(Refer to test circuit,  $0^{\circ}C < T_J < 125^{\circ}C$ ,  $I_O = 500mA$ ,  $V_I = 10V$ ,  $C_I = 0.33\mu F$ ,  $C_O = 0.1\mu F$ , unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Conditions	KA7805			Unit	
			Min.	Typ.	Max.		
Output Voltage	$V_O$	$T_J = +25^{\circ}C$	4.8	5.0	5.2	V	
		$5.0mA \leq I_O \leq 1.0A$ , $P_O \leq 15W$ $V_I = 7V$ to $20V$	4.75	5.0	5.25		
Line Regulation (Note1)	Regline	$T_J = +25^{\circ}C$	$V_O = 7V$ to $25V$	-	4.0	100	mV
			$V_I = 8V$ to $12V$	-	1.6	50	
Load Regulation (Note1)	Regload	$T_J = +25^{\circ}C$	$I_O = 5.0mA$ to $1.5A$	-	9	100	mV
			$I_O = 250mA$ to $750mA$	-	4	50	
Quiescent Current	$I_Q$	$T_J = +25^{\circ}C$	-	5.0	8.0	mA	
Quiescent Current Change	$\Delta I_Q$	$I_O = 5mA$ to $1.0A$	-	0.03	0.5	mA	
		$V_I = 7V$ to $25V$	-	0.3	1.3		
Output Voltage Drift	$\Delta V_O / \Delta T$	$I_O = 5mA$	-	-0.8	-	mV/ $^{\circ}C$	
Output Noise Voltage	$V_N$	$f = 10Hz$ to $100KHz$ , $T_A = +25^{\circ}C$	-	42	-	$\mu V/V_O$	
Ripple Rejection	RR	$f = 120Hz$ $V_O = 8V$ to $18V$	62	73	-	dB	
Dropout Voltage	$V_{Drop}$	$I_O = 1A$ , $T_J = +25^{\circ}C$	-	2	-	V	
Output Resistance	$r_O$	$f = 1KHz$	-	15	-	m $\Omega$	
Short Circuit Current	$I_{SC}$	$V_I = 35V$ , $T_A = +25^{\circ}C$	-	230	-	mA	
Peak Current	$I_{PK}$	$T_J = +25^{\circ}C$	-	2.2	-	A	

### Note:

1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in  $V_O$  due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.

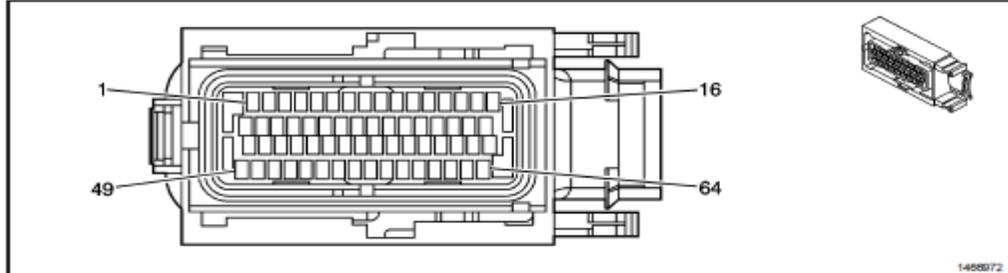
# ANEXO F

## DIAGRAMA DE PINES - ECU 1.4 DOCH - AVEO ECU 1.4 DOCH.-

### Engine Control Module (ECM) Connector End Views

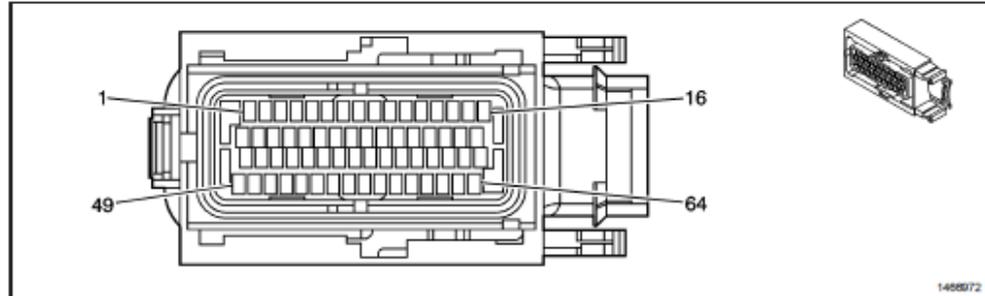
SVE-ID = 1682678 Owner = jcpw01 LMD = 11-Jul-2005 LMB = jcpw01

#### Engine Control Module (ECM) K



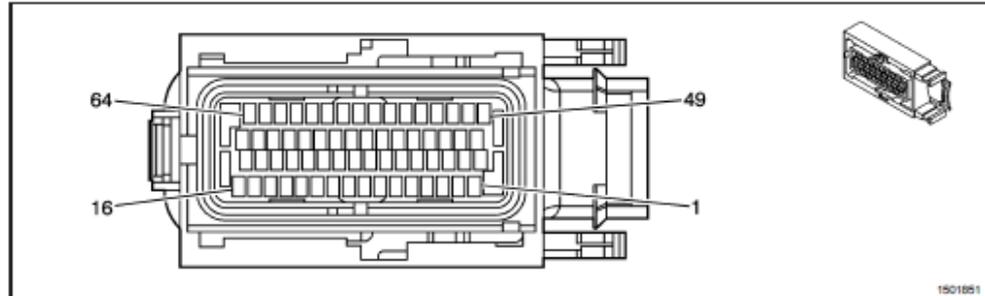
Connector Part Information		<ul style="list-style-type: none"> <li>AMP 0-368434-1</li> <li>64-Way F ECU 64P Conn Assembly (32-bit-B) (BN)</li> </ul>	
Pin	Wire Color	Circuit No.	Function
1	OG	440	Battery Positive Voltage
2-4	—	—	Not Used
5	GY	892	Ground (w/Octane Switch)
6	D-GN	817	Vehicle Speed Signal (Manual Transmission)
7	GN	834	Rough Road Signal
8-11	—	—	Not Used
12	GY	473	High Speed Cooling Fan Relay Control
13	YE	492	Low Reference
14	PU	1807	CAN Serial Data High
15	YE	710	CAN Serial Data Low
16	BN	50	Heated Oxygen Sensor (HO2S) 1 Heater Control
17	OG	440	Battery Positive Voltage
18	PK	1739	Ignition 1 Voltage
19-20	—	—	Not Used
21	D-GN	602	Rough Road Sensor Signal (w/o ABS)
22	L-BU	203	A/C Refrigerant Pressure (ACP) Sensor Signal
23	—	—	Not Used
24	WH	135	Engine Coolant Temperature (ECT) Sensor Gage Signal
25	GY	121	Engine Speed Signal
26-27	—	—	Not Used
28	GY	355	Low Speed Cooling Fan Relay Control
29	D-GN	67	A/C Clutch Relay Control
30	WH	30	Fuel Level Sensor Signal
31	—	—	Not Used
32	BK/WH	2051	Serial Data
33	—	—	Not Used
34	L-BU	1937	Low Reference
35	D-GN/WH	762	A/C Request Signal
36	L-GN/OG	413	Heated Oxygen Sensor (HO2S) 2 Signal
	L-GN		
37-47	—	—	Not Used

Engine Control Module (ECM) K (cont'd)

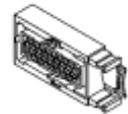
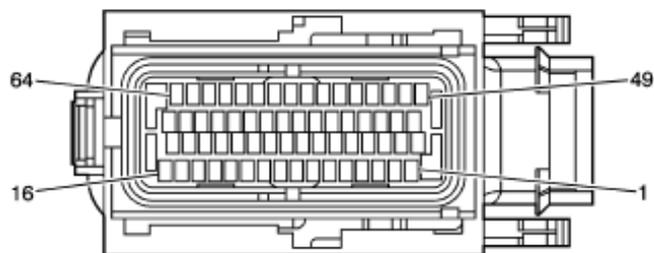


Connector Part Information		<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMP 0-368434-1</li> <li>• 64-Way F ECU 64P Conn Assembly (32-bit-B) (BN)</li> </ul>	
Pin	Wire Color	Circuit No.	Function
48	YE	1578	Evaporative Emissions (EVAP) Canister Vent Solenoid Control
49	—	—	Not Used
50	WH/PK	1031	5-Volt Reference
51	GY	1936	Fuel Level Sensor Signal
52	L-BU	1030	Fuel Tank Pressure Sensor Signal
53	GN/BK	1670	Low Reference
54	YE/D-BU	497	Fuel Pump Relay Control
55-63	—	—	Not Used
64	BN	419	Malfunction Indicator Lamp (MIL) Control

Engine Control Module (ECM) M



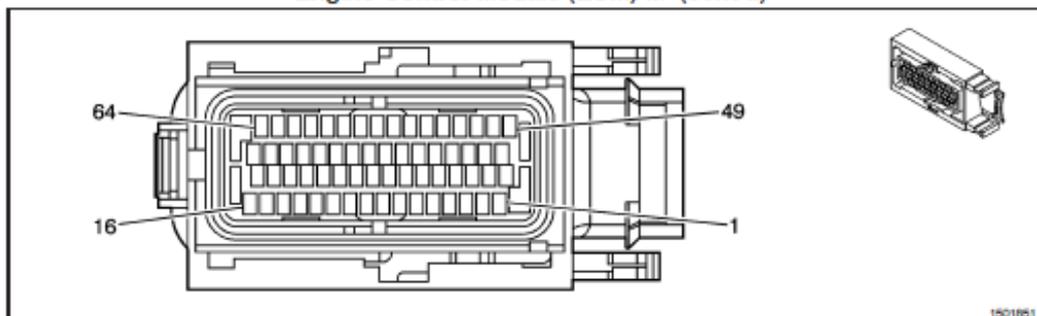
Connector Part Information		<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMP 1-368434-1</li> <li>• 64-Way F ECU 64P Conn Assembly (32-bit-B) (BK)</li> </ul>	
Pin	Wire Color	Circuit No.	Function
1	D-GN/WH	423	Ignition Coil (IC) Timing Control 1 and 4
2	BN	1671	Heated Oxygen Sensor (HO2S) 2 Heater Control
3	BN	1733	Fuel Pump Supply Voltage
4	WH	452	Evaporative Emissions (EVAP) Canister Purge Solenoid Control
5	YE/BK	1868	Low Reference
6	WH	425	Throttle Position (TP) Sensor Signal
7	L-BU	468	Intake Air Temperature (IAT) Sensor Signal
8	L-BU	432	Manifold Absolute Pressure (MAP) Sensor Signal
9	D-GN	435	Exhaust Gas Recirculation (EGR) Valve Position Sensor Signal



1501851

Connector Part Information		<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMP 1-368434-1</li> <li>• 64-Way F ECU 64P Conn Assembly (32-bit-B) (BK)</li> </ul>	
Pin	Wire Color	Circuit No.	Function
10	—	—	Not Used
11	YE	1744	Fuel Injector 4 Control
12	WH	428	Heated Oxygen Sensor (HO2S) 1 Low Reference
13	L-GN	534	Idle Air Control (IAC) A High Control
14	D-GN	415	Idle Air Control (IAC) B Low Control
15	WH/D-BU	533	Idle Air Control (IAC) A Low Control
	WH		
16	L-BU	469	5-Volt Reference
17	—	—	Not Used
18	YE/BK	496	Knock Sensor Signal
19	D-BU	436	Exhaust Gas Recirculation (EGR) Solenoid Valve Control
20	—	—	Not Used
21	D-BU/WH	1869	Crankshaft Position (CKP) Sensor Signal
22	L-GN	1746	Fuel Injector 2 Control
23	—	—	Not Used
24	BN/WH	1745	Fuel Injector 3 Control
25	BN/BK	1747	Fuel Injector 1 Control
	BN		
26	L-BU/BK	1748	Camshaft Position (CMP) Sensor Signal
	L-BU		
27	—	—	Not Used
28	L-GN	410	Engine Coolant Temperature (ECT) Sensor Signal
29	D-BU/BK	429	Heated Oxygen Sensor (HO2S) 1 Signal
	D-BU		
30	L-GN	417	Idle Air Control (IAC) Coil B High Control
31	—	—	Not Used
32	PU	427	5-Volt Reference
33	OG	423	Ignition Coil (IC) Timing Control (1 and 4)
34	—	—	Not Used
35	L-BU	406	Ignition Coil (IC) Timing Control (2 and 3)
36	—	—	Not Used
37	BK/WH	51	Ground
38	BK/WH	51	Ground
39	BK/WH	51	Ground
40	BK/WH	51	Ground

### Engine Control Module (ECM) M (cont'd)



Connector Part Information		<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMP 1-368434-1</li> <li>• 64-Way F ECU 64P Conn Assembly (32-bit-B) (BK)</li> </ul>	
Pin	Wire Color	Circuit No.	Function
41	BK/WH	51	Ground
42-47	—	—	Not Used
48	BN/OG	732	Low Reference
	BN		
49-50	—	—	Not Used
51	L-BU	406	Ignition Coil (IC) Timing Control (2 and 3)
52	D-BU	436	Exhaust Gas Recirculation (EGR) Valve Control
53-63	—	—	Not Used
64	D-BU/WH	1876	Low Reference

## ANEXO G

### MODULO GPS NEO 6MV2

## 2 Pin Definition

### 2.1 Pin assignment

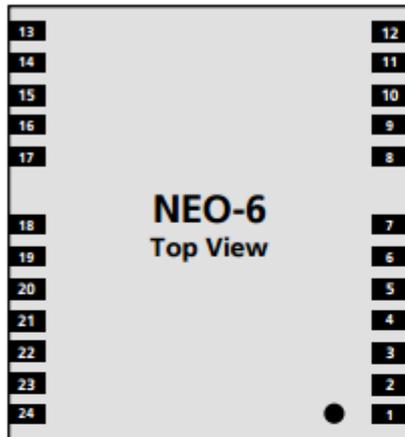


Figure 2 Pin Assignment

No	Module	Name	I/O	Description
1	All	Reserved	I	Reserved
2	All	SS_N	I	SPI Slave Select
3	All	TIMEPULSE	O	Timepulse (1PPS)
4	All	EXTINT0	I	External Interrupt Pin
5	All	USB_DM	I/O	USB Data
6	All	USB_DP	I/O	USB Data
7	All	VDDUSB	I	USB Supply
8	All	Reserved		See Hardware Integration Manual Pin 8 and 9 must be connected together.
9	All	VCC_RF	O	Output Voltage RF section Pin 8 and 9 must be connected together.
10	All	GND	I	Ground
11	All	RF_IN	I	GPS signal input
12	All	GND	I	Ground
13	All	GND	I	Ground
14	All	MOSI_CFG_COM0	O/I	SPI MOSI / Configuration Pin. Leave open if not used.

## 3 Electrical specifications

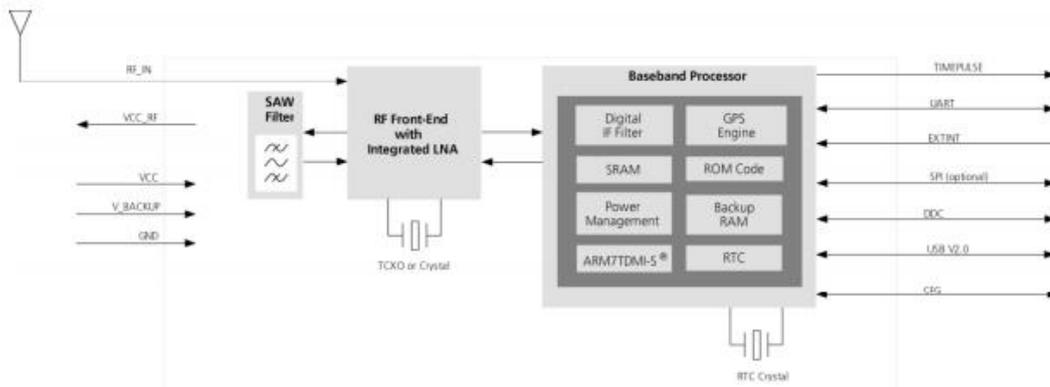
### 3.1 Absolute maximum ratings

Parameter	Symbol	Module	Min	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	-0.5	2.0	V	
		NEO-6Q, 6M, 6P, 6V, 6T	-0.5	3.6	V	
Backup battery voltage	V_BCKP	All	-0.5	3.6	V	
USB supply voltage	VDDUSB	All	-0.5	3.6	V	
Input pin voltage	Vin	All	-0.5	3.6	V	
	Vin_usb	All	-0.5	VDDU SB	V	
DC current through any digital I/O pin (except supplies)	Ipin			10	mA	
VCC_RF output current	ICC_RF	All		100	mA	
Input power at RF_IN	Prfin	NEO-6Q, 6M, 6G, 6V, 6T		15	dBm	source impedance = 50Ω, continuous wave
		NEO-6P		-5	dBm	
Storage temperature	Tstg	All	-40	85	°C	

Table 9: Absolute maximum ratings



GPS receivers are Electrostatic Sensitive Devices (ESD) and require special precautions when handling. For more information see chapter 6.4.



## ANEXO H

### CODIGO DE MATLAB

```
clear all;
clc;
lati=input('Ingrese el valor de la latitud en número decimales: ');
longi=input('Ingrese el valor de la longitud en número decimales: ');
format long

% a=6378388.0;
% b=6356911.946130;
a=6378388.0;
b=6356911.946130;
e1=(sqrt(a^2-b^2))/a
e2=(sqrt(a^2-b^2))/b
e3=(e2)^2
c=(a^2)/b;
apla=(a-b)/a
latiRad=(lati*pi/180);
longiRad=(longi*pi/180);
% sacar el valor en entero `pòner -1
h=floor(31+(longi*(-1)/6))
A0=(h*6)-183
delt=((-1)*longiRad)-(A0*pi/180)
A=cos(latiRad)*sin(delt)
% aplicar log natural
E=0.5*log((1+A)/(1-A))
n=atan(tan(latiRad)/cos(delt))-latiRad
I=e3*0.5*E^2*cos(latiRad)
v=(c*0.9996)/(sqrt(1+e3*(cos(latiRad))^2))
E1=(e3*0.5)*(E^2)*cos(latiRad)^2
A1=sin(2*latiRad)
A2=A1*((cos(latiRad))^2)
J2=latiRad+(0.5*A1)
J4=(3*J2+A2)/4
J6=((1.6667)*J4)+(A2*cos(latiRad)*cos(latiRad))-0.1846
alfa=(0.75*e3)
```

```

bet=(5/3)*(alfa^2)
gama=(35/27)*(alfa^3)
% bfi=0.9996*c(latiRad-(alfa*J2)+(bet*J4)-(gama*J6))
Bfi=0.9996*6399936.608*(latiRad-(alfa*J2)+(bet*J4)-(gama*J6))
x=E*v*(1+(E/3))+500000
y=n*v*(1+E)+Bfi

```

Al ejecutar el script los resultados obtenidos se observa que los datos son muy grandes y por el otro lado son números muy pequeños por este motivo se ocupa el formato racional de manera que cada uno vaya concatenando uno a continuación de otro ya que permite obtener datos con decimales exactos.

Ingrese el valor de la latitud: 1.307538

Ingrese el valor de la longitud: 78.658755

```

e1 = 0.081991889975116
e2 = 0.082268889603383
e3 = 0.006768170196574
apla = 0.003367003366681
h = 17
A0 = -81
delt = 0.040862433845855
A = 0.040840426229686
E = 0.040863155446433
n = 1.905905738653138e-05
I = 5.649265383434323e-06
v = 6.375847804129495e+06
E1 =5.647794404318505e-06
A1 =0.045625841524207
A2 =0.045602084126502
J2 =0.045633763957045
J4 = 0.045625843999409
J6 =-0.062977066706899
alfa=0.005076127647430
bet= 4.294511982167639e-05
gama =1.695515967047907e-07
Bfi =1.445242260802413e+05

```

x =7.640860514402165e+05

y =1.446507093240162e+05

## ANEXO I

### CODIGO TOTAL DE SISTEMA

```
#include <SoftwareSerial.h>//incluimos SoftwareSerial
#include <LiquidCrystal.h>//incluimos LiquidCrystal
#include <TinyGPS.h>//incluimos TinyGPS
LiquidCrystal lcd(13, 12, 11, 10, 9, 8);
TinyGPS gps;
SoftwareSerial ss(4, 3);//Declaramos el pin 4 Tx y 3 Rx
// punto mi casa x=760534,93 Y=9855351,88
//////////////////VARIABLES////////////////////////////////////
float velocidad;
//volatile v=1
int b = A1;
int ledu = A0;
int ledp = 6;
int ledc = 5 ;
int rele1= 7;
int j=0;
int k=0;
int l=0;
int u=0;
int p=0;
int c=0;
//const int buttonPin1 = A2;
//const int buttonPin2= A3;
//const int buttonPin3= A4;
//int ledPin=13;
//double latDest=1.30756,lonDest=78.658766;
double latDest=0,lonDest=0;
float RADIO=0;
double x=0,y=0;
```

```
//////////////////////////////////SETUP//////////////////////////////////
```

```
void setup()
{
// pinMode(13, OUTPUT);
//digitalWrite(ledPin,OUTPUT);
//pinMode(buttonPin1, INPUT);
//pinMode(buttonPin2, INPUT);
//pinMode(buttonPin3, INPUT);
pinMode(b, OUTPUT);
pinMode(ledu, OUTPUT);
pinMode(ledp, OUTPUT);
pinMode(ledc, OUTPUT);
pinMode(rele1, OUTPUT);
lcd.begin(20, 4);
lcd.setCursor(3, 0);
lcd.print("CTRL VELOCIDAD");
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print("ELECTRONICA");
lcd.setCursor(3, 2);
lcd.print("Edisson Freire");
lcd.setCursor(3, 3);
lcd.print("Richard Chalan");
delay(1500);
lcd.clear();
Serial.begin(9600);
ss.begin(9600);
}
```

```
//////////////////////////////////LOOP//////////////////////////////////
```

```
void loop()
{

digitalWrite(rele1, LOW);
bool newData = false;
unsigned long chars;
unsigned short sentences, failed;
for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;)
{
```

```

while (ss.available())
{
char c = ss.read();
if (gps.encode(c) // Did a new valid sentence come in?
newData = true;
}
}

if (newData)
{
float flat, flon;
float latDest;
float lonDest;
unsigned long age;
gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
velocidad = (gps.f_speed_kmph()*1.05183708);
lcd.setCursor(1, 2);
lcd.print("Vel: ");
lcd.setCursor(5, 2);
lcd.print(velocidad);
lcd.setCursor(11, 2);
lcd.print("Km/h");
delay (100);
Serial.println();
latDest = flat * (-1);

Serial.print (" Velocidad = "); Serial.print (velocidad,5); Serial.println (" (Km/h)");
//Serial.print (" latitu = "); Serial.print(latDest, 6); Serial.print (" (m)");
lonDest = flon * (-1);
// Serial.print (" longituY = "); Serial.print (lonDest, 6); Serial.print (" (m)");
double RADIO = conversionUTM(latDest,lonDest);
RADIO =(RADIO);

lcd.setCursor(1, 3);
lcd.print("Radio: ");
lcd.setCursor(7, 3);

```

```

lcd.print(RADIO);
//lcd.setCursor(0, 2);
//lcd.print("X: ");
//lcd.setCursor(2, 2);
//lcd.print(x);
//lcd.setCursor(10, 2);
//lcd.print("Y: ");
//lcd.setCursor(12, 2);
//lcd.print(y);
// delay(2000);//pausa de 2 seg
digitalWrite(b, LOW);
//////////////////////////////////ZONA URBANA 50 KMHORA//////////////////////////////////
if (RADIO <= 2500 ) {
if (RADIO > 2500 && RADIO <=2700){
digitalWrite(b, HIGH); }
// lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("ZONA URBANA:50Km/h ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Vel.Max:50Km/h ");
digitalWrite(ledu, HIGH);
digitalWrite(ledp, LOW);
digitalWrite(ledc, LOW);
if (velocidad >= 50) {
velocidad = 0;
velocidad = 50;
for(j = 0; j < 3; j+= 1){
digitalWrite(rele1, HIGH);
delay(380);
digitalWrite(rele1, LOW);
delay(470); } }
if (RADIO > 2400 && RADIO <=2500){//CONDICION DE CAMBIO ZONA
digitalWrite(b, HIGH); }
}
//////////////////////////////////ZONA PERIMETRAL 70 KMHORA //////////////////////////////////
if (RADIO > 2501 && RADIO <=4000) {
if (RADIO > 4000 && RADIO <=4200){

```

```

digitalWrite(b, HIGH); }
// lcd.clear();
lcd.setCursor(4, 0);
lcd.print("ZONA PERIMETRAL ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Vel.Max:70Km/h ");
digitalWrite(ledu, LOW);
digitalWrite(ledp, HIGH);
digitalWrite(ledc, LOW);
if (velocidad >= 70) {
velocidad = 0;
velocidad = 70;
for(k = 0; k < 8; k+= 1){
digitalWrite(rele1, HIGH);
delay(300);
digitalWrite(rele1, LOW);
delay(450); }}
if (RADIO > 3900 && RADIO <=4000){
digitalWrite(b, HIGH); } }
/////////////////////////////////ZONA DE CARRETERA 90 KMHORA/////////////////////////////////
if (RADIO > 4001 && RADIO <=7000) {
if (RADIO > 7000 && RADIO <=7200){
digitalWrite(b, HIGH); }
// lcd.clear();
lcd.setCursor(2, 0);
lcd.print("ZONA DE CARRETERA ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Vel.Max:90Km/h ");
digitalWrite(ledu, LOW);
digitalWrite(ledp, LOW);
digitalWrite(ledc, HIGH);
if (velocidad >= 90) {
velocidad = 0;
velocidad = 90;
for(l = 0; l < 5; l+= 1){
digitalWrite(rele1, HIGH);
delay(350);

```

```

digitalWrite(rele1, LOW);
delay(450); } }
if (RADIO > 6900 && RADIO <=7000){
digitalWrite(b, HIGH); } }

if(RADIO >7001) {
if (RADIO > 7001 && RADIO <=7300){
digitalWrite(b, HIGH);
delay(450);
digitalWrite(b, LOW);
}
}
lcd.setCursor(2, 0);
lcd.print("SITEMA DESACTIVADO ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print(" NO tiene limite");
digitalWrite(ledu, LOW);
digitalWrite(ledp, LOW);
digitalWrite(ledc, LOW);}

//Serial.print (" distancia = "); Serial.print (RADIO,5); Serial.println (" (m2)");
}
}

```

```

/////////////////////////////////////////FUNCIÓN CONVERTIR/////////////////////////////////////////
double conversionUTM(double lati,double longi)
{
// transformacion de coordenadas geo a utm
double a=6378388.0;
double b=6356911.946130;
double e1=0.081991889975116;
double e2=0.082268889603383;
double e3=0.006768170196574;
double c=pow(a,2)/b;
double apla=0.003367003366681;
double latiRad=(lati*PI/180);
double longiRad=(longi*PI/180);
// scar el valor en entero `pòner -1
double h=floor(31+(longi*(-1)/6)) ;
double A0=(h*6)-183;
double delt=(-1)*longiRad)-(A0*PI/180);
double A=cos(latiRad)*sin(delt);
// aplicar log natural
double E=0.5*log((1+A)/(1-A));
double n=atan(tan(latiRad)/cos(delt))-latiRad;
double I=e3*0.5*pow(E,2)*cos(latiRad);
}

```

```

// double v=(c*0.9996)/(sqrt(1+e3*pow(cos(latiRad),2)));
double v=(6397376.63346279791897)/(sqrt(1+e3*pow(cos(latiRad),2)));
double E1=(e3*0.5)*pow(E,2)*pow(cos(latiRad),2);
double A1=sin(2*latiRad);
double A2=A1*pow(cos(latiRad),2);
double J2=latiRad+(0.5*A1);
double J4=(3*J2+A2)/4;
double J6=((1.6667)*J4)+(A2*cos(latiRad)*cos(latiRad))-0.1846);
double alfa=(0.75*e3);
double bet=(5.0/3.0)*pow(alfa,2);
double gama=(35.0/27.0)*pow(alfa,3);
double Bfi=0.9996*6399936.608*(latiRad-(alfa*J2)+(bet*J4)-(gama*J6));
// Serial.println (" Las coordenadas GPS que se van a transformar son: ");
// Serial.print (" Latitud: "); Serial.println (lati,8);
// Serial.print (" Longitud: "); Serial.println (longi,8);
// Serial.println (" Coordenadas UTM actuales: ");
x=((E*v)*(1+(I/3))+500000)-758420; /*!< 500.000 es el retranqueo que se realiza en cada huso
sobre el origen de
coordenadas en el eje X con el objeto de que no existan coordenadas negativas. */

// Serial.print (" X = "); Serial.print (x,5); Serial.println (" (m)");
y=((n*v)*(1+I)+Bfi-10000000)*(-1))-9816199; /*!< En el caso de latitudes al sur del ecuador,
se sumará al valor de Y 10.000.000
para evitar coordenadas negativas. */
// Serial.print (" y = "); Serial.print (y,5); Serial.println (" (m)");
float RADIO=sqrt((pow(x,2))+pow(y,2));
//Serial.print (" distancia = "); Serial.print (RADIO,5); Serial.println (" (m2)");
return RADIO;
// return x;
// return y;
}

```