



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LIMITADOR DE
VELOCIDAD PROGRAMADO PARA VEHÍCULOS
LIVIANOS A GASOLINA DE ACUERDO A LA
NORMATIVA ECUATORIANA VIGENTE”**

ARTEAGA MORALES KRYSTOFER ANDRÉS

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012-11-29

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

KRYSTOFER ANDRÉS ARTEAGA MORALES

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LIMITADOR DE VELOCIDAD
PROGRAMADO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS A GASOLINA DE
ACUERDO A LA NORMATIVA ECUATORIANA VIGENTE”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo Andrade
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Dr. Mario Audelo Guevara
DIRECTOR DE TESIS

Ing. David Bravo Morocho
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: KRYSSTOFER ANDRÉS ARTEAGA MORALES

TÍTULO DE TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN LIMITADOR DE VELOCIDAD PROGRAMADO PARA VEHÍCULOS LIVIANOS A GASOLINA DE ACUERDO A LA NORMATIVA ECUATORIANA VIGENTE”

Fecha de examinación: 2013-12-06

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán Mariño PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Dr. Mario Audelo Guevara DIRECTOR DE TESIS			
Ing. David Bravo Morocho ASESOR DE TESIS			

*Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente de Tribunal certifica que las condiciones de las defensa se han cumplido

Ing. Carlos Santillán Mariño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que se presenta, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.

Krystofer Andrés Arteaga Morales

DEDICATORIA

A Dios, por bendecir e iluminarme en cada paso que eh dado en mi vida. A mi madre Fanny Morales Muñozquienha sido mi principal inspiración y guía en este duro camino. A mi padre Estuardo Arteaga Ambuludí que me ha brindado su apoyo incondicional para cristalizar mis sueños. A mis hermanos quienes me han dado fortaleza en mis momentos de flaqueza, y a todos mis demás familiares por sus palabras de aliento cuando me ha invadido ladebilidad,este triunfo se los dedico a ustedes por ser mi todo y mi razón de superación.

KrystoferArteaga Morales

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres, a mis hermanos y demás familiares, a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, a mis amigos y compañeros que me brindaron ayuda y solidaridad durante mi carrera universitaria, a los maestros quienes me compartieron sus conocimientos, experiencias y amistad. A todos ellos les expreso mi eterno agradecimiento por contribuir a mi preparación profesional.

KrystoferArteaga Morales

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	
2.1 Normativa legal de la República del Ecuador	4
2.1.1 <i>La Ley Orgánica De Transporte Terrestre, Tránsito Y Seguridad Vial</i>	4
2.1.2 <i>Límites de velocidad</i>	5
2.1.3 <i>Sanciones a los límites de velocidad</i>	7
2.1.4 <i>Impugnación</i>	8
2.2 Estructura vial ecuatoriana	8
2.2.1 <i>Zona urbana</i>	9
2.2.2 <i>Zona perimetral</i>	9
2.2.3 <i>Carreteras abiertas</i>	10
2.3 Señalización para los límites de velocidad	10
2.4 Sistema de inyección electrónica	11
2.5 Clasificación de los sistemas de inyección	13
2.6 Sistema de encendido del motor	14
2.6.1 <i>Funcionamiento</i>	14
2.6.2 <i>Clasificación de sistemas de encendidos</i>	15
2.7 Análisis comparativo del posible sistema a utilizar	16
2.8 Sensores de velocidad	16
2.8.1 <i>Funcionamiento</i>	17
2.8.2 <i>Tipos de VSS</i>	18
2.8.2.1 <i>Analógicos</i>	18
2.8.2.2 <i>Digitales</i>	19
2.8.3 <i>Ubicación</i>	21
2.9 Timing de inyección	22
2.9.1 <i>Timing del Inyector Momento</i>	22
2.9.2 <i>Control de volumen de inyección</i>	22
2.9.3 <i>Duración de la inyección electrónica</i>	23
2.9.4 <i>Corrección por temperatura del aire (motores equipados de sensores MAP)</i>	23
2.9.5 <i>Corrección de enriquecimiento</i>	25
2.9.6 <i>Corrección por aceleración</i>	25
2.9.7 <i>Corte de combustible por desaceleración</i>	25
2.9.8 <i>Corte de combustible TAU</i>	26
2.9.9 <i>Corte de combustible por motor sobre-revolucionado</i>	26
2.9.10 <i>Corte de combustible por vehículo con exceso de velocidad</i>	26
2.9.11 <i>Corrección por voltaje de la batería</i>	26
3. DISEÑO DEL SOFTWARE	
3.1 Diseño electrónico del módulo de limitación	29
3.2 Diagrama de bloques del sistema de control	30

3.3	Diagrama de flujo del sistema de limitación de velocidad	30
3.4	Aplicación del VSS	30
3.5	Programación del microcontrolador	32
3.5.1	<i>Planteamiento del modelo matemático</i>	32
3.5.2	<i>Formulación del modelo matemático</i>	36
3.6	Memoria del programa para el microcontrolador	36
3.7	Simulación del sistema de limitación	38
3.8	Caracterización del LCD	39
3.9	Creación de la alarma visual y sonora	40
3.10	Creación de pistas	40
3.11	Implantación de elementos eléctricos y electrónicos en el módulo de limitación	41
3.12	Programación de parámetros según la ley orgánica de T.T.TS.V	42
3.13	Puesta a punto del sistema limitador	44
4.	CONSTRUCCIÓN, ENSAMBLAJE Y PRUEBAS	
4.1	Construcción de la tarjeta electrónica	46
4.2	Adaptación del sensor inductivo	49
4.3	Ensamblaje del módulo electrónico	51
4.4	Descripción del limitador de velocidad	52
4.5	Adecuaciones para ubicación en el vehículo	53
4.6	Modos de funcionamiento	54
5.	FASE DE PRUEBAS	
5.1	Pruebas electrónicas	56
5.1.1	<i>Pruebas de continuidad</i>	56
5.1.2	<i>Pruebas de alimentación y funcionamiento</i>	56
5.2	Análisis de resultados obtenidos	58
5.2.1	<i>Resultados de las pruebas eléctricas y electrónicas</i>	58
6.	ANÁLISIS DE COSTOS	
6.1	Costos directos	59
6.1.1	<i>Costos de materiales</i>	59
6.1.2	<i>Costos de mano de obra</i>	60
6.1.3	<i>Costos de transporte</i>	60
6.2	Costos indirectos	60
6.3	Costos totales	61
6.4	Análisis de factibilidad	61
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1	Conclusiones	62
7.2	Recomendaciones	63

BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Límites de velocidad de vehículos livianos.....	6
2	Tipos de encendido.....	15
3	Comparación en los sistemas a utilizar.....	16
4	Datos para cálculos de la velocidad.....	32
5	Tabla de regresión lineal.....	34
6	Elementos a utilizar.....	46
7	Resultados de continuidad.....	58
8	Resultados de pruebas de alimentación.....	58
9	Costos directos.....	59
10	Cotos de mano de obra.....	60
11	Costos de transporte.....	60
12	Costo indirecto.....	61
13	Costos totales del proyecto.....	61

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Radars utilizados por la ANT.....	8
2	Control de foto radar.....	8
3	Red estatal de la República del Ecuador.....	10
4	Señales viales.....	10
5	Señales en la calzada.....	11
6	Esquema de señales a la ECU.....	12
7	Sistema de inyección electrónica.....	13
8	Clasificación de los tipos de inyección electrónica.....	13
9	Circuito de encendido clásico por platinos (ruptor) y distribuidor, de un motor de 4 cilindros.....	15
10	Comparación en el sistema de alimentación.....	16
11	Comunicación de los sensores VSS.....	17
12	Clasificación de los VSS.....	18
13	Señal del transductor.....	18
14	Acondicionamiento de señal.....	19
15	Transductor de velocidad de caja de cambios.....	19
16	Sensor inductivo.....	19
17	Sensor tipo interruptor reed switch.....	20
18	Características del sensor de efecto Hall.....	21
19	Sensor de velocidad óptico.....	21
20	Ubicación del sensor VSS.....	22
21	Curvas características del inyector.....	23
22	Parámetros para la inyección de combustible.....	24
23	Corrección por temperatura del aire de admisión.....	25
24	Gráfica de corte de combustible por desaceleración.....	26
25	Gráfica de corrección por voltaje de batería.....	27
26	Lenguaje de programación Micro Code Studio- PIC Basic Pro	28
27	Esquema básico del sistema de limitación.....	29
28	Diagrama de bloques del sistema de inyección.....	30
29	Diagrama de flujo del sistema limitador.....	31
30	División del rim 13".....	32
31	Gráfica del sensor de velocidad.....	33
32	Parámetros de limitación según la velocidad.....	37
33	Datos guardados en la EEPROM del PIC.....	37
34	Simulación de PROTEUS.....	38
35	Pruebas en funcionamiento real.....	39
36	Configuración de un LCD.....	39
37	Implantación del LED y buzzer al sistema.....	40
38	Pistas en Ares.....	41
39	Placa electrónica con sus elementos.....	41
40	Sentencia de programación para zona urbana.....	42
41	Sentencia para programación de zona perimetral.....	43
42	Sentencia de programación para carretera abierta	44
43	Datos enviados por el scanner.....	44
44	Circuito de limitación.....	47
45	Conexión del circuito al inyector.....	48
46	Prueba de protoboard del sistema de limitación.....	48
47	División equidistante del rin.....	49
48	Rueda con imanes.....	50

49	Sensor inductivo montado en la suspensión.....	50
50	Ensamblaje de partes del sistema de limitación.....	51
51	Fases del sistema de imitación.....	52
52	Adecuaciones para el sistema de limitación.....	53
53	Sistema de limitación instalado completamente en el habitáculo.....	54
54	Pruebas de los conductores.....	56
55	Prueba de alimentación.....	57
56	Prueba de voltaje al PIC.....	57

LISTA DE ABREVIACIONES

PWM	Modulación de ancho de pulso.
RPM	Revoluciones por minuto.
Ecm	Módulo de control electrónico
Pcm	Módulo de control del tren motriz
PIC	Circuito integrado programable.
CI	Circuito integrado.
RMU	Remuneración mínima unificada
LOTTTSV	Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial.
ECU	Unidad de Control Electrónico
ANT	Agencia nacional de transporte
VSS	<i>Vehiclespeed sensor</i> (sensor de velocidad)
LCD	Pantalla de cristal líquido
EPROM	Memoria solo de lectura programable y borrrable
EEPROM	Memoria solo de lectura programable y borrrable eléctricamente

LISTA DE ANEXOS

- A** Manual de Usuario
- B** Data sheet de microcotroladoresPIC
- C** Programación del Microcontrolador
- D** Datos estadísticos Ecuador vial

RESUMEN

El diseño y construcción de un limitador de velocidad para vehículos livianos a gasolina de acuerdo a la normativa legal vigente tiene como objetivo intervenir el sistema de alimentación de vehículos con gestión electrónica en la comunicación de sensores y actuadores, controlados por un módulo electrónico que permite crear ciclos completos de combustión manteniendo una mezcla estequiométrica.

En base a la recopilación de información proveniente de expertos y de investigaciones similares, se realizó un análisis de laboratorio en un vehículo que es alimentado por gasolina para determinar los parámetros de limitación que se pueden obtener en el sistema de alimentación. Con ayuda del diagnóstico a bordo se conoce cuáles son las condiciones preestablecidas de funcionamiento para desarrollar un proceso de control de la velocidad del vehículo. Condición que da una base para organizar el diseño del módulo electrónico que va a controlar la velocidad del automóvil, procedimiento que se lo hizo con pruebas en simuladores y laboratorio electrónico de donde se obtuvo información del comportamiento real del sistema. Hecho que conlleva a definir fiabilidad del sistema incorporado en el vehículo.

La limitación de velocidad se logró con interrupciones de 350 mms, 250 mms, 200mms de corte de inyección que restringe el aumento de par motor y por ende la velocidad del automotor. El tiempo de respuesta fue de 500mms por efecto de lectura de velocidad resultado satisfactorio para la investigación.

Finalmente a través de pruebas satisfactorias se obtuvo un sistema de control de velocidad donde el usuario tendrá asistencia técnica que advierte al conductor el momento en que encuentra en exceso de velocidad, por estar adaptado directamente al acelerador. Este beneficio contribuirá a la disminución de accidentes de tránsito, muertes y discapacidades físicas; así como también las multas que conlleva el exceso de velocidad.

ABSTRACT

The design and construction of a speed limiter for light gasoline according to legal regulations aims to intervene in vehicle power system for vehicles with electronic management, communication of sensors and actuators controlled by an electronic module that allows you to create maintaining full cycles of a stoichiometric combustion mixture.

Based on the collection of information from experts a similar researchers, laboratory analysis was performed on a vehicle that is powered by gasoline to determine the limiting parameters that can be obtained in the power system. Using on board diagnostics known what preset operating conditions to develop a process control vehicle speed are, condition that gives a basis for organizing the design of electronic module to control the speed of the car, what procedure did tests on simulator and electronic laboratory where real information system behaviors is obtained. This fact leads to define reliability in-vehicle system.

The speed limit was achieved with uninterrupted 350 mms, 250 mms, 200 mms injection cut restricting the increase in torque and thus the speed satisfactory outcome research.

Finally through satisfactory evidence of a system of speed control where the user will have technical assistances that warns the driver when it is in excess of speed, be adapted directly to the throttle was obtained. This benefit will help reduce traffic accidents, deaths and physical disabilities, as well as fines involved speeding.

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Durante muchos años atrás los controles de velocidad realizados en las carretas de nuestro país se han efectuado de forma pasiva, ya que las autoridades competentes del sector no han realizado la respectiva vigilancia para que se proceda al respeto de los límites establecidos en las vías del Ecuador.

Si a este problema le añadimos la irresponsabilidad de los conductores que se trasladan sobre el eje vial nacional que provocan innumerables accidentes de tránsito por el irrespeto de la señalización de límites de velocidad.

Dado el alto índice de accidentabilidad en las vías ecuatorianas el desarrollo del presente proyecto sería muy útil para contribuir de manera positiva a esta gran problemática que se desarrolla en la cultura de tránsito de nuestro país.(TROYA, 2013)

Además conlleva un deber ciudadano realizar acciones que vayan en beneficio de la sociedad a fin de contribuir positivamente con el desarrollo del tránsito, con ello evitar ser víctima de un accidente de tránsito ya que la incertidumbre en las vías es un problema grave de controlar y los conductores siempre están expuestos a los accidentes incluso sin ser ellos los causantes, estando a expensas de terceros.

Al introducirnos en la vía se corre un riesgo incalculable pero que solo nosotros lo podemos reducir creando una conciencia vial y dispositivos electrónicos que nos ayuden a conducir de una forma segura. Por tal motivo se da la importancia de desarrollar este proyecto y de alguna forma garantizar el correcto desenvolvimiento del tránsito ecuatoriano.

El desarrollo tecnológico lo lograremos insertando principalmente micro controladores que nos permitan conseguir un tipo de conducción asistida en los vehículos de inyección electrónica.

1.2 Justificación

El presente proyecto que se propone desarrollar es una herramienta muy útil para el control de velocidad en las rutas urbanas, rurales e interregionales; ya que no se han desarrollado en el mercado productos que representen una confiabilidad significativa en el respeto de los límites de velocidad establecidos en los ejes viales nacionales.

La violación de los límites de velocidad constituye una multa considerable para los usuarios de las vías ecuatorianas que es 1 RMU (318.00) y 3 días de prisión. Además que el combustible empleado durante las altas velocidad no se justifica como un ahorro para los usuarios, más bien significa un gasto extra por el desgaste de partes y piezas de los vehículos (neumáticos y compuesto de frenos).

El presente proyecto es una significativa solución para la una problemática mundial como son los accidentes de tránsito; ya que representan la segunda causa de muerte en el mundo después del cáncer (según la organización mundial de la salud). El exceso de velocidad y el consumo de alcohol son los factores predominantes en las estadísticas de los accidentes de tránsito. De tal manera que contribuimos de manera eficaz en la reducción de la tasa de mortalidad del sector.

Los excesos de velocidad en las carreteras contribuyen en gran medida a la contaminación mundial, ya que nuestra cultura de tránsito nos induce a imprimir velocidades excesivas que no son necesarias para nuestra movilización, siendo así factores adversos para la conservación del medio ambiente.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general.* Diseñar y construir un limitador de velocidad programado para vehículos livianos a gasolina de acuerdo a la normativa ecuatoriana vigente.

1.3.2 *Objetivos específicos:*

Investigar las normativas vigentes de los límites de velocidad establecidos para los sectores urbanos, rurales y periféricos.

Estudiar los diferentes parámetros de limitación de velocidad en los sistemas de alimentación del vehículo.

Diseñar e incorporar en el vehículo el circuito electrónico programado que permita controlar la velocidad del vehículo de manera rápida y eficaz de acuerdo a la normativa vigente.

Analizar el resultado del funcionamiento del módulo electrónico incorporado en el vehículo.

Analizar los costos de elaboración e instalación del sistema limitador.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Normativa legal de la República del Ecuador

2.1.1 *La Ley Orgánica De Transporte Terrestre, Tránsito Y Seguridad Vial*

Norma: Ley 1

Publicación: Registro Oficial Suplemento 398

Fecha: 07-ago-2008 Estado: Vigente

Última Reforma: 29-mar-2011

Art. 1.- La presente Ley tiene por objeto la organización, planificación, fomento, regulación, modernización y control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, con el fin de proteger a las personas y bienes que se trasladan de un lugar a otro por la red vial del territorio ecuatoriano, y a las personas y lugares expuestos a las contingencias de dicho desplazamiento, contribuyendo al desarrollo socio-económico del país en aras de lograr el bienestar general de los ciudadanos.

Art. 2.- La presente Ley se fundamenta en los siguientes principios generales: el derecho a la vida, al libre tránsito y la movilidad, la formalización del sector, lucha contra la corrupción, mejorar la calidad de vida del ciudadano, preservación del ambiente, desconcentración y descentralización.

En cuanto al transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, se fundamenta en: la equidad y solidaridad social, derecho a la movilidad de personas y bienes, respeto y obediencia a las normas y regulaciones de circulación, atención al colectivo de personas vulnerables, recuperación del espacio público en beneficio de los peatones y transportes no motorizados y la concepción de áreas urbanas o ciudades amigables.

Art. 3.- El Estado garantizará que la prestación del servicio de transporte público se ajuste a los principios de seguridad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, continuidad y calidad, con tarifas socialmente justas.

Art. 4.- Es obligación del Estado garantizar el derecho de las personas a ser educadas y capacitadas en materia de tránsito y seguridad vial. Para el efecto se establecen, entre otras medidas, la enseñanza obligatoria en todos los establecimientos de educación públicos y privados del país en todos sus niveles, de temas relacionados con la prevención y seguridad vial, así como los principios, disposiciones y normas fundamentales que regulan el tránsito, su señalización, el uso de las vías públicas, de los medios de transporte terrestre, de conformidad con los programas de estudios elaborados conjuntamente por la Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial y el Ministerio de Educación.

Art. 5.- El Estado controlará y exigirá la capacitación integral, permanente, la formación y tecnificación a conductoras y conductores profesionales y no profesionales y el estricto cumplimiento del aseguramiento social.

Nota: Artículo sustituido por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 415 de 29 de Marzo del 2011 (Asamblea Nacional, 2011).

2.1.2 *Límites de velocidad.* Según el reglamento de la L.O.T.T.T.S.V manifiesta algunos artículos en los cuales establece los límites de velocidad y todos sus antecedentes que se detallan a continuación:

CAPÍTULO VI DE LOS LÍMITES DE VELOCIDAD

Artículo 190.- Las Unidades Administrativas y los GAD's, 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.

Artículo 191.- Los límites máximos y rangos moderados de velocidad vehicular permitidos en las vías públicas, con excepción de trenes y autocarriles, son los siguientes:

Para vehículos livianos, motocicletas y similares:

Tabla 1. Límites de velocidad de vehículos livianos

Tipo de Vía	Límite máximo	Rango moderado (Art. 142.g de la Ley)	Fuera del rango moderado (Art. 145.e de la Ley)
<i>Urbana</i>	50 Km/h	>50 Km/h - <60 Km/h	>60 Km/h
<i>Perimetral</i>	90 Km/h	>90 Km/h - <120 Km/h	>120 Km/h
<i>Rectas en carreteras</i>	100 Km/h	>100 Km/h - <135 Km/h	>135 Km/h
<i>Curvas en carreteras</i>	60 Km/h	>60 Km/h - <75 Km/h	>75 Km/h

Fuente: Asamblea Nacional. Reglamento de ley de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial.

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 GAD's 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, o, en áreas de seguridad o carga, o limitar el acceso a determinadas vías respecto de determinado tipo de vehículos.

Artículo 192.- Los límites máximos de velocidad señalados en el artículo anterior, serán observados en vías rectas y a nivel, y en circunstancias que no atenten contra la seguridad de otros usuarios.

Artículo 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.

Artículo 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 Nacional, 2011).

2.1.3 Sanciones a los límites de velocidad

SECCIÓN 4

CONTRAVENCIONES GRAVES DE PRIMERA CLASE

Art. 142.- Incurren en contravención grave de primera clase y serán sancionados con multa equivalente al treinta por ciento de la remuneración básica unificada del trabajador en general y reducción de 6 puntos en su licencia de conducir:

g) El conductor que con un vehículo automotor excediere dentro de un rango moderado los límites de velocidad permitidos, de conformidad con el reglamento correspondiente.

SECCIÓN 7

CONTRAVENCIÓN MUY GRAVE

Art. 145.- Incurre en contravención muy grave y será sancionado con prisión de tres días, multa de una remuneración básica unificada del trabajador en general, y reducción de diez puntos en su licencia de conducir:

e) El conductor, que con un vehículo automotor excediere los límites de velocidad fuera del rango moderado, de conformidad con el reglamento correspondiente;

La reincidencia en el cometimiento de las infracciones contenidas en este artículo serán sancionadas con el doble de lo establecido.

Art. 232.- Para efectos de lo previsto en el artículo 145 e) de la ley, la aprehensión del conductor infractor solo procederá cuando se haya obtenido la fotografía de la

infracción, tomada con los medios tecnológicos aprobados por la ANT(Presidencia de la República, 2012).

Los Radares.-Los radares electrónicos, que son móviles, serán colocados en las carreteras de jurisdicción de la ANT del Ecuador y en las avenidas principales del país.

Figura 1. Radares utilizados por la ANT



Fuente: http://www.elcomercio.com/pais/choferes-sancionados-pais_0_742125998.html

2.1.4 Impugnación. No se puede impugnar esta sanción ya que no existe justificación del exceso de velocidad y su flagrancia es comprobada mediante el uso de dispositivos electrónicos.

Figura 2. Control de foto radar



Fuente: http://www.elcomercio.com/pais/Ayer-Cuenca-Azogues-instalaron-fotoradares-distintos_ECMIMA20120723_0091_6.jpg

2.2 Estructura vial ecuatoriana

La Red Vial Estatal está constituida por todas las vías administradas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (anteriormente Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones) como única entidad responsable del manejo y control, conforme a

normas del Decreto Ejecutivo 860, publicado en el Registro Oficial No. 186 del 18 de octubre de 2000 y la Ley Especial de Descentralización del Estado y de Participación Social.

La Red Vial Estatal está integrada por las vías primarias y secundarias. El conjunto de vías primarias y secundarias son los caminos principales que registran el mayor tráfico vehicular, intercomunican a las capitales de provincia, cabeceras de cantón, los puertos de frontera internacional con o sin aduana y los grandes y medianos centros de actividad económica. La longitud total de la Red Vial Estatal (incluyendo vías primarias y secundarias) es de aproximadamente 8672.10 km. En total existen 12 vías primarias en Ecuador con aproximadamente un 66% de la longitud total de la Red Vial Estatal.

Las vías primarias reciben, además de un nombre propio, un código compuesto por la letra E, un numeral de uno a tres dígitos, y en algunos casos una letra indicando rutas alternas (A, B, C, etc.).

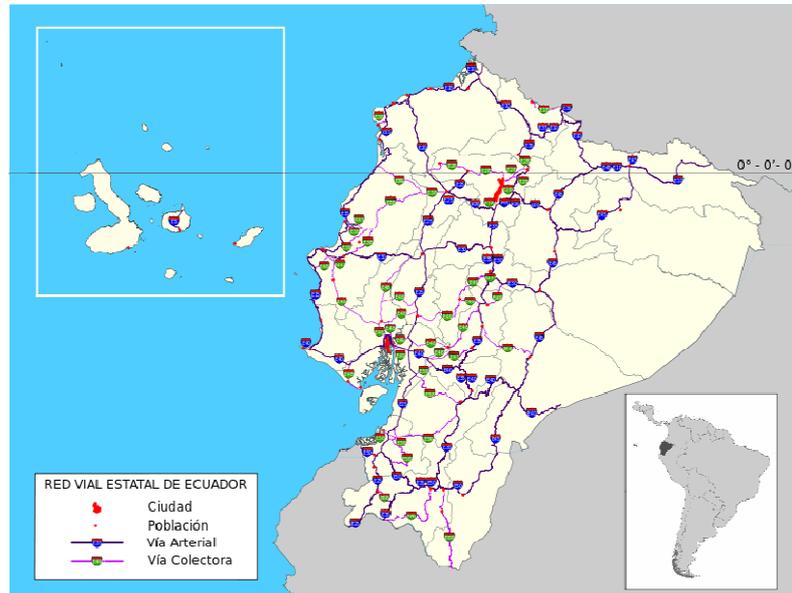
Una vía primaria es considerada una troncal si tiene dirección norte-sur. El numeral de las troncales es de dos dígitos (excepto la Troncal Insular) e impar. Las troncales se numeran incrementalmente desde el oeste hacia el este. Del mismo modo, una vía primaria es catalogada como transversal si se extiende en sentido este-oeste. El numeral de las transversales es de dos dígitos y par. Las transversales se numeran incrementalmente desde el norte hacia el sur. Aparte de su denominación alfanumérica, las vías troncales y transversales (excepto la Troncal de la Costa Alterna y la Troncal Amazónica Alterna) tienen asignaciones gráficas representadas por distintos animales de la fauna ecuatoriana. La asignación gráfica es determinada por el Ministerio de Turismo (WIKIPEDIA, 2010).

2.2.1 Zona urbana. La zona urbana se caracteriza por su mayor población, su alta densidad de población, su extensión y su mayor dotación de todo tipo de infraestructuras; El alto precio del suelo, resultado de la alta demanda de viviendas, locales comerciales y el alto flujo vehicular.

2.2.2 Zona perimetral. La denominación de zona rural se aplica en distintas escalas al territorio de una región o de una localidad cuyos usos económicos son las actividades agropecuarias, agroindustriales, extractivas, de silvicultura y de

conservación ambiental, donde el flujo vehicular se encuentra distanciado de las masas poblacionales.

Figura 3. Red estatal de la República del Ecuador

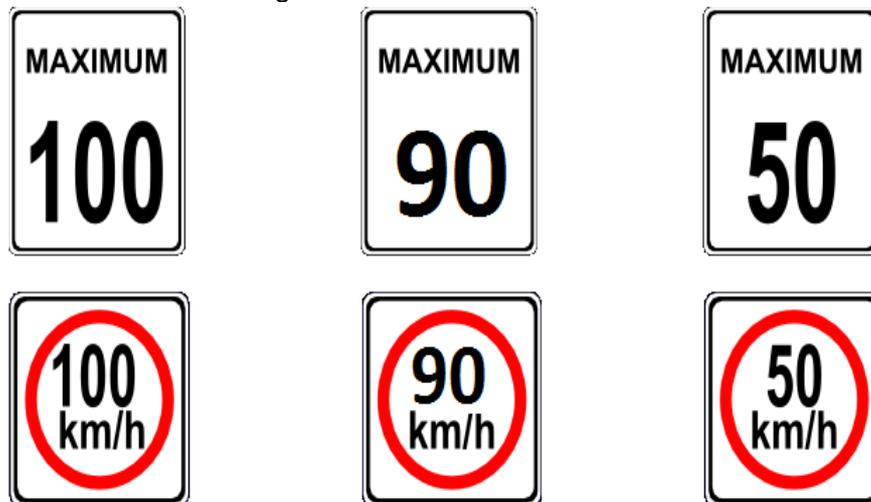


Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Carreteras_de_Ecuador

2.2.3 Carreteras abiertas. Una carretera abierta es una ruta extensa para la circulación de vehículos livianos, pesados y articulados; tales como las autovías y autopistas, que no pueden tener pasos y cruces al mismo nivel. Su flujo es a alta velocidad y generalmente unen naciones o grandes ciudades.

2.3 Señalización para los límites de velocidad

Figura 4. Señales viales



Fuente: Autor

Figura 5. Señales en la calzada



Fuente: <http://www.tropezon.cl/2008/11/11/%C2%BFque-pasa-con-la-senalizacion-de-tr%C3%A1nsito-en-avenida-teniente-cruz-en-pudahuel/>

2.4 Sistema de inyección electrónica

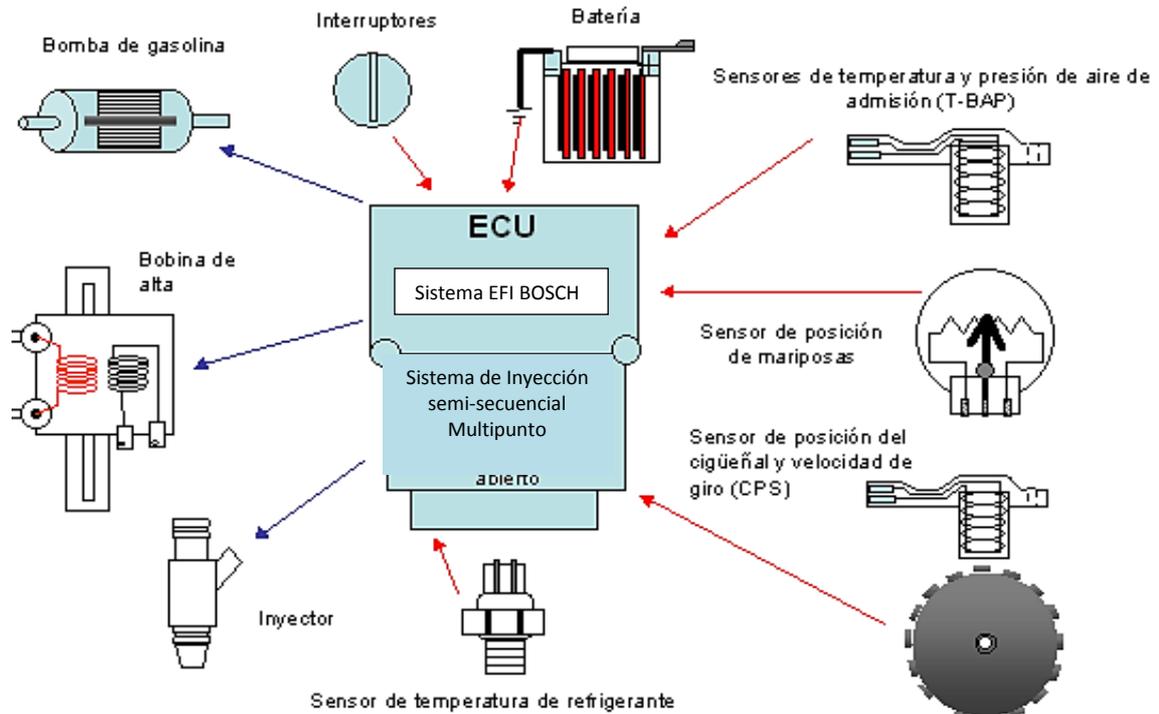
Los sistemas de inyección electrónica fueron creados esencialmente para reducir los altos índices de contaminación que eran muy evidentes en los sistemas de alimentación de combustible por carburador, realizando ciclos de combustión lo más próximo a lo ideal a consecuencia de lecturas óptimas de cantidad de aire que ingresa al motor y la inyección exacta de combustible mediante la gestión electrónica de sensores y actuadores que componen los complejos sistemas de inyección electrónica.

La ECU es el centro de control de funcionamiento del motor, los sensores instalados en diferentes partes del motor son los encargados de medir todos los parámetros del funcionamiento del motor. Los actuadores ejecutan las órdenes que envía la ECU para que se realice el funcionamiento del motor. Con la ayuda de programas de computadora se controlan los inyectores de combustible de manera muy precisa, de modo que bajo diferentes condiciones de funcionamiento del motor se puede obtener una mezcla combustible/aire óptima (CEAC, 2003).

La corrección de la inyección electrónica se realiza con la lectura de sensores de oxígeno instalados en el múltiple de escape y/o después del catalizador que envían señales cuando la mezcla es pobre o rica para así ajustarla a la mezcla estequiométrica.

Figura 6. Esquema de señales a la ECU

Sistema de gestión de motor 700 / 800 EFI

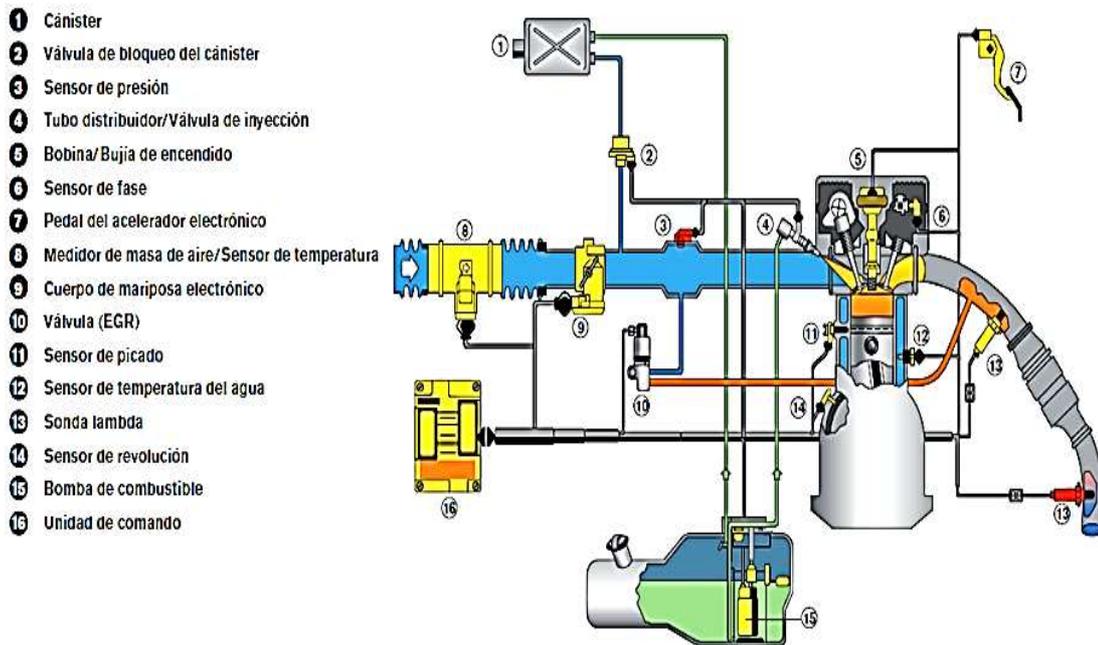


Fuente: <http://www.virtualatv.com/quad-atv.asp?id=mecanica/364>

El sistema de inyección electrónica está constituido principalmente de:

- **Sensores**
Son dispositivos diseñados para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica o digital, que seamos capaces de cuantificar y manipular para realizar procesos mediante su información captada por la ECU.
- **Actuadores**
Son dispositivos que realizan una determinada función mediante la orden recibida de la ECU con el fin de generar un efecto sobre el proceso de funcionamiento del motor.
- **ECU (Electrónica Control Unit)**
Es un dispositivo electrónico que se encarga de procesar información proveniente de una serie de sensores que le proporcionan datos para regular y controlar el funcionamiento de los actuadores que permiten el correcto funcionamiento del motor.

Figura 7. Sistema de inyección electrónica

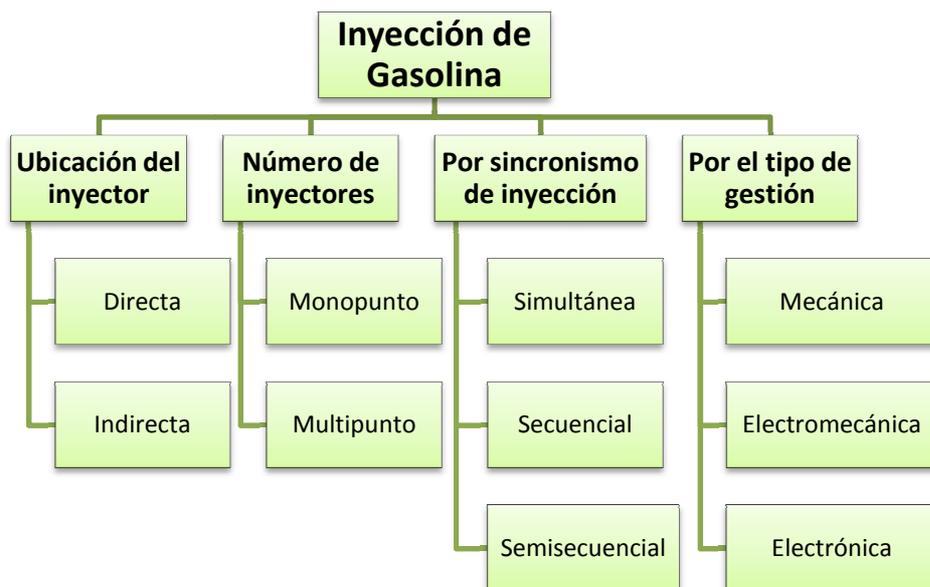


Fuente: BOSCH: Manual de sistemas de inyección electrónica

2.5 Clasificación de los sistemas de inyección

La inyección electrónica de combustibles la podemos clasificar así:

Figura 8. Clasificación de los tipos de inyección electrónica



Fuente: Autor

2.6 Sistema de encendido del motor

El encendido del motor es un sistema de producción y distribución, en el caso de más de un cilindro, de la chispa de alta tensión necesaria en la bujía para producir el encendido provocado en los motores de gasolina (ciclo Otto) ya sean de 2 o de 4 tiempos (2T y 4T).

Los motores de combustión interna, necesitan para su funcionamiento, un sistema capaz de encender la mezcla de aire y gasolina que se introduce y comprime en el interior de sus cilindros. Esto se logra por mediación de una chispa eléctrica que se hace saltar en la bujía de encendido, que inflama la mezcla, iniciándose así la combustión. El conjunto de elementos que participan en la obtención de dicha chispa se denomina circuito de encendido.

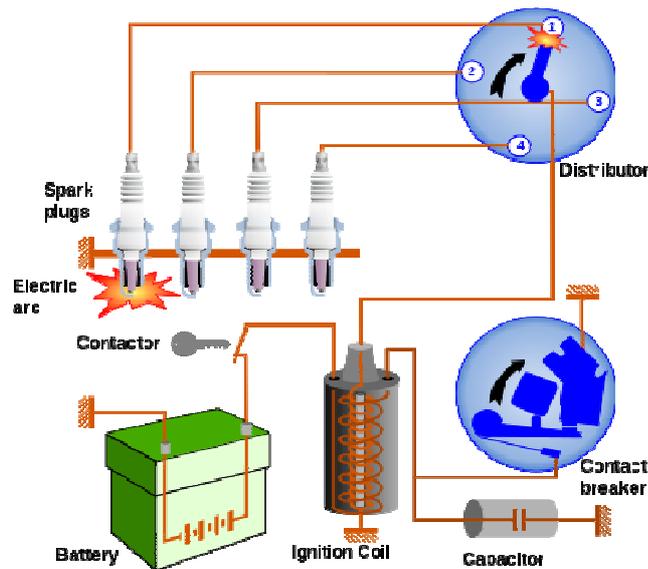
El circuito consta en esencia de:

- Bobina de encendido inductiva(s) de alta tensión, con circuito primario y secundario.
- Dispositivo de interrupción del primario en sincronismo con el ciclo del/los cilindro/s.
- Dispositivo de conexión y de distribución de la corriente de alta tensión del secundario.
- Bujía (s).

2.6.1 Funcionamiento. El generador de corriente o una batería suministra energía eléctrica que circula a través de un interruptor mecánico y un condensador a un circuito primario de una bobina, cuando se abre el interruptor se produce una variación rápida, ayudada por el condensador, del campo magnético, que produce el paso de corriente por el arrollamiento primario, lo cual induce en el arrollamiento secundario una tensión muy elevada (14000 o 20000 V), esta tensión se distribuye al cilindro correspondiente de acuerdo a la secuencia de encendido y provoca en los electrodos de una bujía una chispa en el interior del motor, que es la que enciende finalmente la mezcla de combustible. Además de la producción de la alta tensión, la misión de este sistema es distribuir las chispas entre los cilindros del motor, haciéndolas saltar en la etapa final de la compresión cuando el pistón asciende al PMS; esto depende del número de revoluciones y la carga del motor (MORENO, 2005).

El funcionamiento de este sistema se puede verificar, si el funcionamiento del motor se produce de manera uniforme y sin interrupciones. Para asegurarnos que cada componente funciona bien, se pueden realizar mediciones eléctricas de continuidad, si estas existen no debería haber problemas. El componente más difícil de inspeccionar es la bujía, ya que puede no presentar fallas cuando se la prueba en condiciones que no son las de funcionamiento real.

Figura 9. Circuito de encendido clásico por platinos (ruptor) y distribuidor, de un motor de 4 cilindros



Fuente: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Car_ignition_system.svg

2.6.2 Clasificación de sistemas de encendidos

Tabla 2. Tipos de encendido

Clasificación de Encendidos			
	Interrupción Corriente Primaria	Mecanismo de Avance	Distribución Corriente Alta
Convencional	Platinos	Mecánicos	Contacto móvil
Electrónico transistorizado	Componente electrónico (módulo)	Mecánicos	Contacto móvil
Electrónico integral	Componente electrónico (ECU)	Sensores electrónicos	Contacto móvil
Electrónico estático	Componente electrónico (ECU)	Sensores electrónicos	Individualmente (Bobinas DIS o mono bobinas)

Fuente: Manual CEAC del automóvil

2.7 Análisis comparativo del posible sistema a utilizar

Tabla 3. Comparación en los sistemas a utilizar

Ventajas para la aplicación de la limitación	
Sistema de inyección	Sistema de encendido
Baja tendencia a código de falla	Control de voltajes muy altos
Facilidad de instalación	Riesgos del cascabeleo del motor
No altera el ciclo térmico	Cableado de alta resistencia
Estabilidad del motor	Riesgo de apagado del motor

Fuente: Autor

Figura 10. Comparación en el sistema de alimentación

Justificación de selección de proceso de limitación	
Pulsos de inyección	Bomba de gasolina
Facilidad de control	Acortar la vida útil de elementos electrónicos auto lubricados
Efectividad de suministro de combustible	Prolongado tiempo de respuesta
Recuperación instantánea pos-limitación	Reducción drástica de velocidad

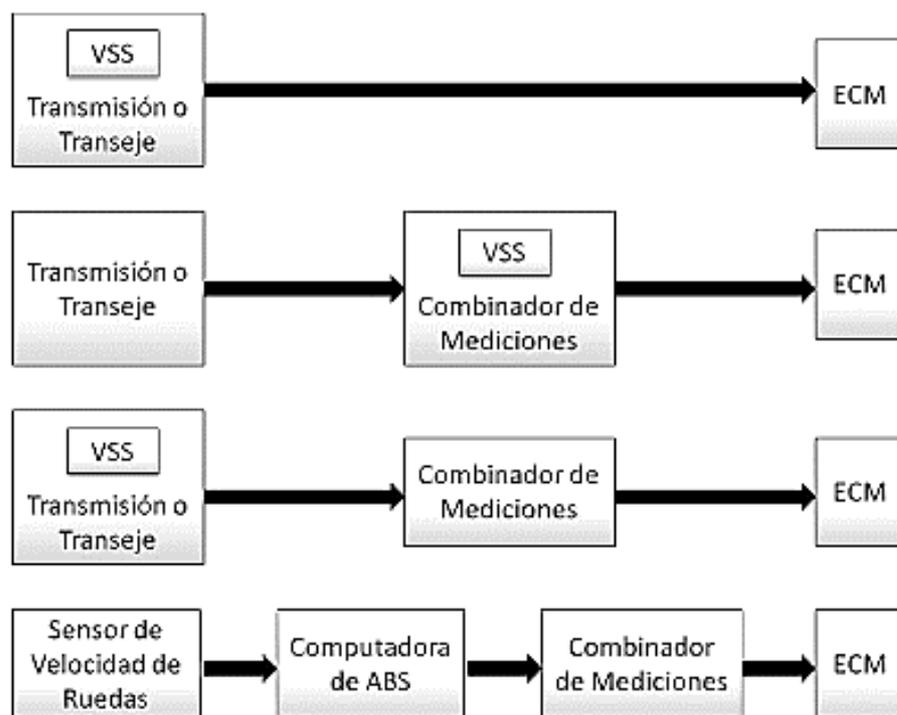
Fuente: Autor

Se analizó la tabla comparativa nos podemos dar cuenta de que la mejor opción para realizar la limitación de la aceleración en el vehículo es interviniendo en el sistema de inyección de combustible.

2.8 Sensores de velocidad

El sensor de velocidad del vehículo VSS (VehicleSpeed Sensor) es un captador magnético, se encuentra montado en el transeje donde iba el cable del velocímetro. El VSS proporciona una señal de corriente alterna al ECM la cuál es interpretada como velocidad del vehículo. El sensor de velocidad del vehículo se encarga en enviar la velocidad a la cual se desplaza el vehículo a la unidad de control. La mayoría de los nuevos sensores de velocidad de vehículos son del tipo de imán permanente, y la función es muy parecida a la del sensor del árbol de levas o el sensor del cigüeñal.

Figura 11. Comunicación de los sensores VSS



Fuente: http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=223

El VSS se encarga de informarle al ECM de la velocidad del vehículo para:

- El control de la rotación en marcha lenta
- Enriquecimiento de combustible durante la aceleración
- Corte de combustible durante la desaceleración

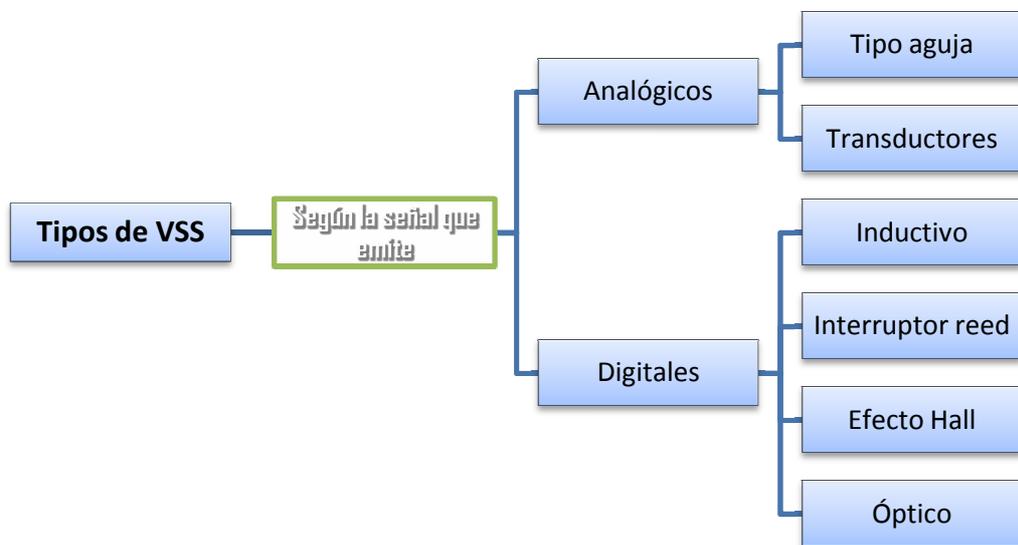
2.8.1 Funcionamiento. El VSS proporciona una señal de corriente alterna al ECM la cual es interpretada como velocidad del vehículo. Este sensor es un generador de imán permanentemente montado en el transeje. Al aumentar la velocidad del vehículo la frecuencia y el voltaje aumentan, entonces el ECM convierte ese voltaje en Km/h, el cual usa para sus cálculos. Los Km/h pueden leerse con el monitor OTC. El VSS se encarga de informarle al ECM de la velocidad del vehículo para controlar el velocímetro y el odómetro, el acople del embrague convertidor de torsión (TCC) transmisiones automáticas, en algunos se utiliza como señal de referencia de velocidad para el control de cruce y controlar el motor ventilador del radiador. Tiene en su interior un imán giratorio que genera una onda senoidal de corriente alterna directamente proporcional a la velocidad del vehículo. Generalmente estos sensores por cada vuelta de eje genera 8 ciclos, su resistencia debe ser de 190 a 240

Ohmios. La señal que emite este sensor también es utilizada para los Frenos ABS (VILLAFUERTE, y otros, 2012).

2.8.2 Tipos de VSS. Dos tipos de sensores de velocidad son empleados, dependiendo en el tipo del velocímetro instalado:

- Analógicos
- Digitales

Figura 12. Clasificación de los VSS



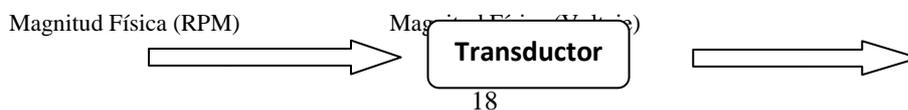
Fuente: Autor

2.8.2.1 Analógicos

Tipo aguja. Los modelos con velocímetro del tipo de aguja utilizan un interruptor de lámina, que está instalado en la unidad del velocímetro y se transforma la velocidad del vehículo en una señal de pulso que es enviada a la unidad de control.

Transductor de velocidad. Se encarga de indicar y de transformar la velocidad de un cuerpo en revolución en una magnitud eléctrica, determinando para ello una serie de parámetros que se mostrara en la Figura 13.

Figura 13. Señal del transductor



Fuente: Autor

En ocasiones, la señal de salida de un transductor es una señal que no se puede utilizar directamente; por esta razón, a la salida de cada transductor siempre existe una etapa de acondicionamiento de la señal del transductor para su uso, es decir se debe de acondicionar la salida del transductor para que sea compatible con el sistema (RINCÓN, 2010).

Figura 14. Acondicionamiento de señal

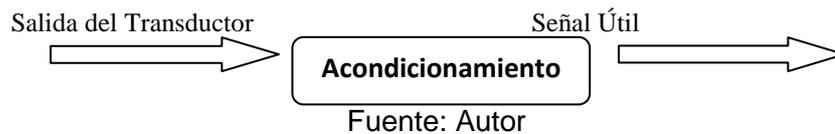


Figura 15. Transductor de velocidad de caja de cambios

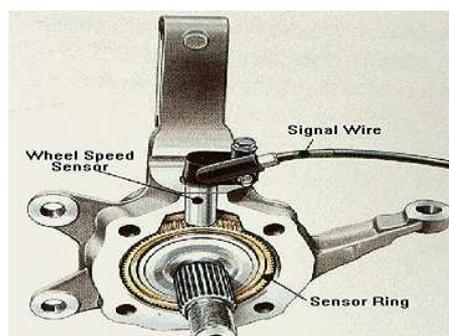


Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-free/speed-sensor-transducer--121838538.html>

2.8.2.2 Digitales

Inductivos. Estos sensores están equipados con una bobina, un imán permanente y una rueda dentada o rueda fónica. El campo magnético generado por el imán es perturbado por el paso de cada uno de los dientes de la rueda fónica, tal y como se muestra en la figura: cuando frente al imán hay un diente el flujo magnético es máximo y cuando hay un espacio vacío el flujo magnético es mínimo.

Figura 16. Sensor inductivo

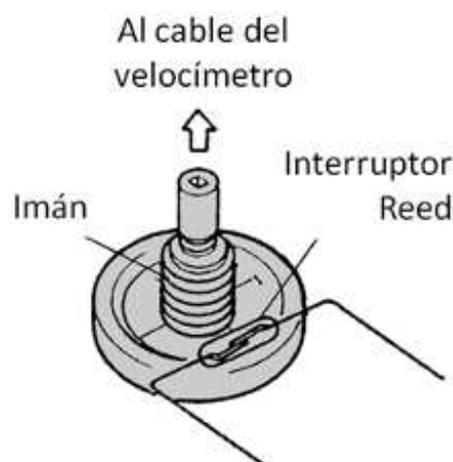


Fuente:http://www.2carpros.com/images/articles/brakes/abs/sensor/abs_wheel_sensor.jpg

Interruptor reed. El tipo de interruptor de láminas es impulsado por el cable del velocímetro. Los componentes principales son un imán, interruptor de láminas, y el cable del velocímetro. Conforme el imán gira, los contactos de interruptor de láminas se abren y cierran cuatro veces por vuelta.

Esta acción produce cuatro pulsos por revolución. Con el número de pulsos emitido por la VSS, el medidor combinado / ECM es capaz de determinar la velocidad del vehículo.

Figura 17. Sensor tipo interruptor reedswitch



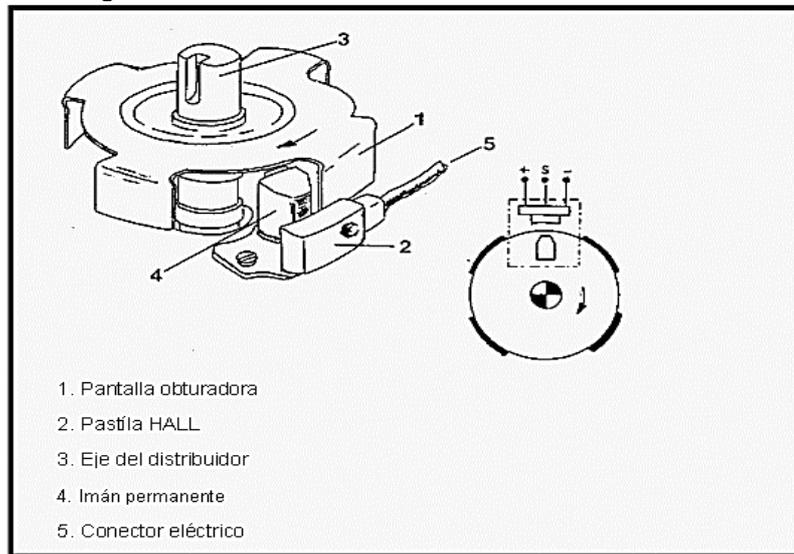
Fuente:<http://allan-fk.blogspot.com/2012/05/sensor-VSSvehicle-speed-sensor-sensor.html>

Sensor de efecto Hall. El sensor de efecto Hall tiene un principio de funcionamiento muy diferente al sensor tipo inductivo. La señal emitida por él es de onda cuadrada.

Un elemento Hall es un semiconductor que recibe el campo magnético de un imán permanente cuando entre ambos solo hay una ventana. Cuando una de las placas del rotor se interpone no recibe este campo y emite una señal cuadrada de tensión.

Un cableado de este tipo de sensor tiene tres conductores. Uno de ellos recibe polarización de la central o la red del vehículo (5V ó 12V), otro es masa y el tercero emite señal del sensor. A diferencia de los sensores inductivos, este sistema de generación de pulsos necesita una polarización para poder generar una señal.

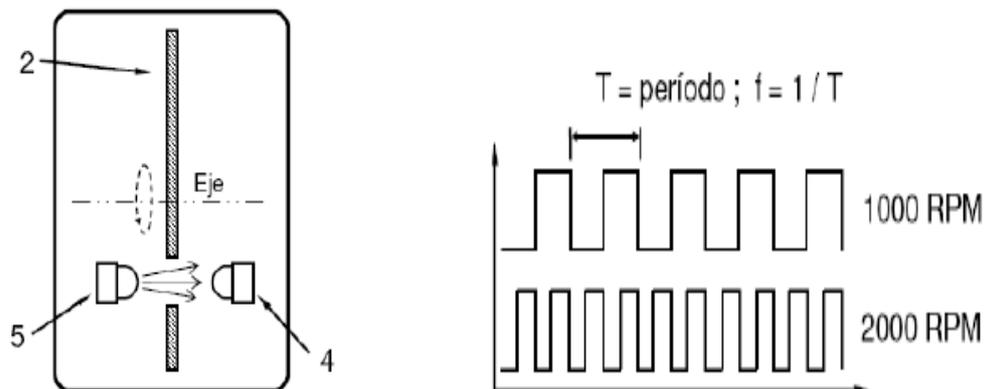
Figura 18. Características del sensor de efecto Hall



Fuente: <http://matieneelsistemaelectronicodelauto.blogspot.com/2012/06/sensores-de-efecto-hall-y-magneticos.html>

Sensor óptico. El sensor óptico trabaja bajo el mismo principio igual que los anteriores enviando señales, está constituido de un emisor de luz (infrarroja por lo general), y un receptor de luz y el disco ranurado que gira y deja pasar la luz cada vez que una ranura lo permite. Las señales son enviadas a la PCM para su control y procesamiento.

Figura 19. Sensor de velocidad óptico



Fuente: <http://www.slideshare.net/jontalci/sensor-de-velocidad-VSS>

2.8.3 Ubicación. En la transmisión, cable del velocímetro o atrás del tablero de instrumentos. La señal puede ser una onda o del tipo alterna o del tipo digital.

Figura 20. Ubicación del sensor VSS



Fuente: Autor

2.9 Timing de inyección

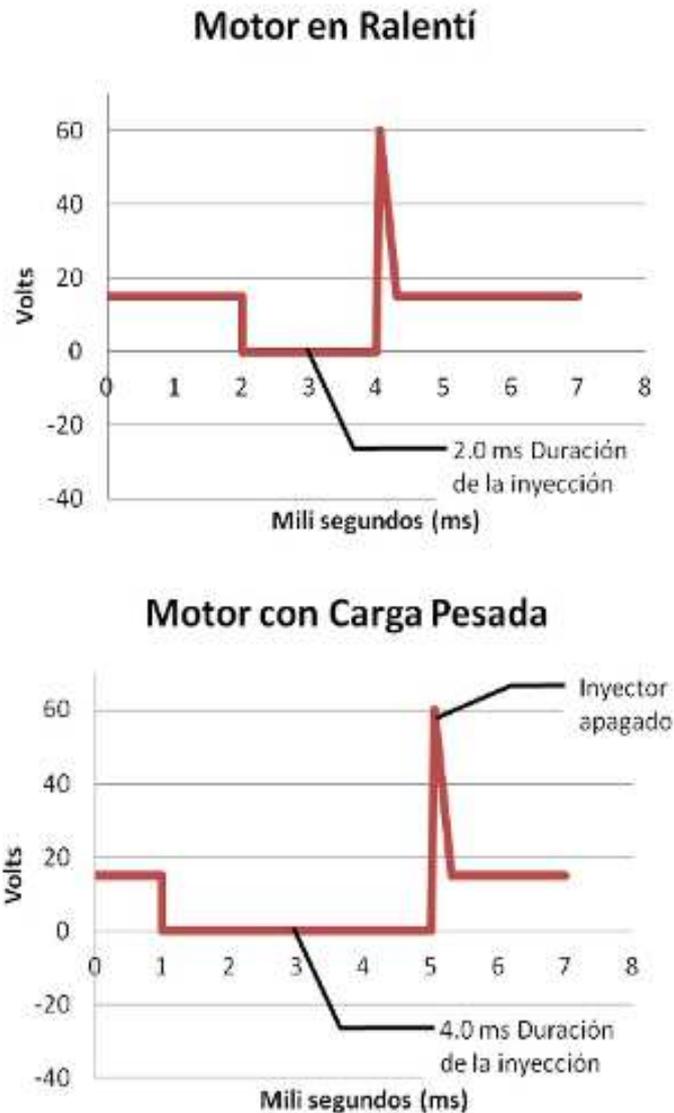
La ECM ajusta los tiempos en que está abierto el inyector para lograr la máxima eficiencia del motor en diferentes condiciones.

2.9.1 *Timing del Inyector Momento.* El diseño del circuito de control del inyector y la programación de ECM determina cuando cada inyector suministra combustible en relación con el ciclo de funcionamiento del motor.

En simultáneo, todos los inyectores son pulsados al mismo tiempo por un circuito excitador común. La inyección ocurre una vez por cada revolución del motor, justo antes de PMS del cilindro N ° 1. Dos veces por cada ciclo del motor, la mitad del combustible calculado es entregado por los inyectores.

2.9.2 *Control de volumen de inyección.* La cantidad de 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 controlado por el regulador de presión, y el tiempo del inyector está controlado por la ECM. El tiempo que el inyector está encendido a menudo se denomina duración o anchura de impulso, y se mide en milisegundos (ms). El arranque en frío requiere la anchura máxima del pulso. El ancho de impulso depende principalmente de la carga del motor y la temperatura del refrigerante del motor. Cuanto mayor sea la carga del motor, más se abre el acelerador para que el aire entre, y el ancho del pulso incrementa.

Figura 21. Curvas características del inyector



Fuente: http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=262

2.9.3 Duración de la inyección electrónica. En el siguiente organigrama se muestra las condiciones en la cuales la inyección de combustible varían su duración por factores externos que se detallan a continuación. (Ver Figura 22)

2.9.4 Corrección por temperatura del aire (motores equipados de sensores MAP). La densidad del aire de admisión disminuye a medida que aumenta la temperatura. Basado en la señal de IAT, la ECM ajusta la duración de la inyección de combustible para compensar el cambio en la densidad del aire. La ECM se programa para que en 20°C (68°F) la corrección no es necesaria. Por debajo de 20°C (68°F), la duración es mayor, por encima de 20°C (68°F), la duración se reduce.

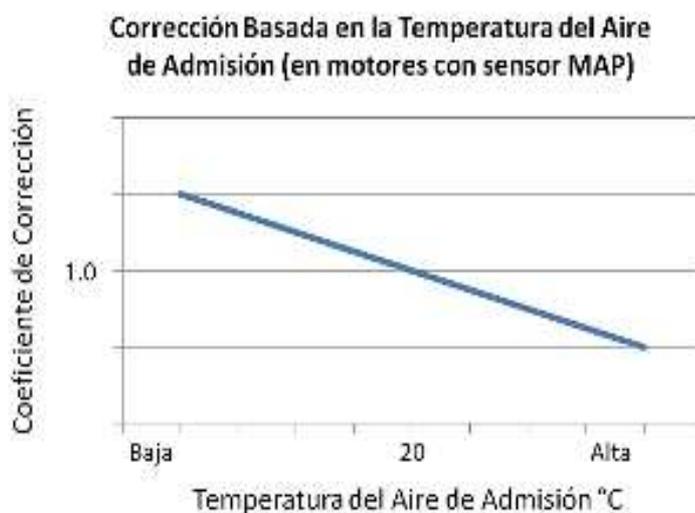
Figura 22. Parámetros para la inyección de combustible



Fuente: http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=262

Si la ECM está en el modo a prueba de fallos para el DTC P0110, la ECM sustituye un valor de temperatura de 20°C (68°F).

Figura 23. Corrección por temperatura del aire de admisión



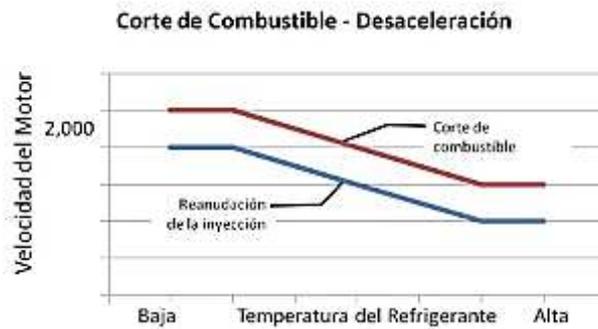
Fuente: http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=262

2.9.5 Corrección de enriquecimiento. Cuando la ECM determina que el motor está funcionando bajo cargas moderada a cargas pesadas, la ECM aumentará la duración de la inyección de combustible. La cantidad de combustible adicional se basa en los sensores MAF o MAP, TPS y las RPM del motor. Conforme la carga del motor (y el volumen de aire) aumenta, aumenta la duración de inyección de combustible. A medida que aumentan las RPM del motor, la frecuencia de inyección aumenta en la misma proporción.

2.9.6 Corrección por aceleración. En la aceleración inicial, la ECM se extiende la duración de la inyección enriqueciendo la mezcla para evitar inestabilidad. La duración dependerá del movimiento de la válvula de mariposa y la carga del motor. Cuanto mayor sea el movimiento del acelerador y la carga del motor, cuanto mayor sea la duración de la inyección.

2.9.7 Corte de combustible por desaceleración. Durante los períodos en que el acelerador está cerrado de velocidades moderadas a altas del motor, el suministro de combustible no es necesario ni deseable. Para evitar las emisiones excesivas y mejorar la economía de combustible, la ECM no abre los inyectores en condiciones de desaceleración determinadas. La ECM se reanuda la inyección de combustible a unas RPM calculadas.

Figura 24. Gráfica de corte de combustible por desaceleración



Fuente: http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=262

Refiriéndose a la gráfica, las velocidades de corte de combustible y reinicio son variables, dependiendo de la temperatura del refrigerante, del estado del aire acondicionado y de la señal STA. Esencialmente, cuando cargas adicionales están presentes en el motor, la ECM comenzará inyección de combustible antes.

2.9.8 *Corte de combustible TAU.* Corte de combustible TAU es un modo empleado en algunos motores durante largo período de desaceleración con la válvula de mariposa cerrada. En esos momentos, el exceso de oxígeno entraría en el convertidor catalítico. Para evitar esto, la ECM muy brevemente pulsa los inyectores.

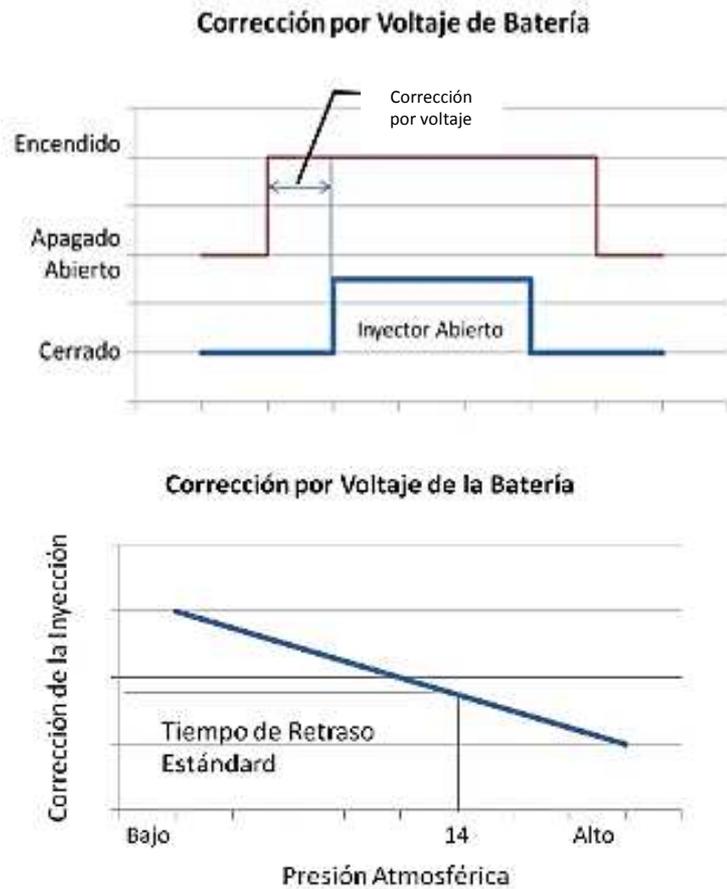
2.9.9 *Corte de combustible por motor sobre-revolucionado.* Para evitar daños en el motor, un limitador de revoluciones se programa en la ECM. Cada vez que las revoluciones del motor superan el límite pre-programado, la ECM apaga a los inyectores. Una vez que las RPM caen por debajo del umbral, los inyectores se vuelven a encender. Típicamente, el umbral de RPM es ligeramente por encima de la línea roja de RPM del motor.

2.9.10 *Corte de combustible por vehículo con exceso de velocidad.* En algunos vehículos, la inyección de combustible se interrumpe si la velocidad del vehículo excede un umbral predeterminado programado en la ECM. La inyección de combustible se reanuda después de la velocidad cae por debajo de este umbral.

2.9.11 *Corrección por voltaje de la batería.* La tensión aplicada al inyector de combustible afectará cuando y cuanto abre el inyector. La ECM controla la tensión del sistema del vehículo y cambiará la señal de tiempo inyección para compensar. Si el voltaje del sistema es bajo, la señal de tiempo de la inyección será más larga, pero el

tiempo real que el inyector está abierto seguirá siendo el mismo si la tensión del sistema es más alto(FAJARDO, 2010).

Figura 25. Gráfica de corrección por voltaje de batería



Fuente: http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=262

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL SOFTWARE

Los elementos más complejos que conforman el software son los microcontroladores. Estos son circuitos integrados programables mediante los cuales podemos realizar el control de diferentes componentes complejos. El lenguaje de programación que aplicaremos es el Micro Code Studio de Mecanique, este es el lenguaje de programación oficial de MICROCHIP, la cual expende los microcontroladores PIC. El desarrollo de la programación se lo ha hecho en la plataforma PBP (PICBásic Pro) la cual es un complemento de MicroCode para compilar los datos base y así enviarlos directamente al PIC kit2 la cual nos permite grabar los parámetros, variables y rangos que poseemos en nuestra programación desde el ordenador hacia el micro controlador físicamente y así generar el proceso automatizado.

La selección de los diferentes dispositivos electrónicos nos permite garantizar un período de vida útil muy prolongando si se los utiliza correctamente, con la condición de usar el equipo de manera segura, tal cual como lo muestra el manual del usuario.

Figura 26. Lenguaje de programación Micro Code Studio- PIC Basic Pro

Fuente: Autor

El módulo de limitación de velocidad mediante el corte de la inyección electrónica posee cuatro modos de funcionamiento que detallaremos a continuación:

- **Modo 1- Modo inicial de zona urbana**

Este modo es en el cual se arranca al momento de encender el vehículo y si no es ingresada una clave de usuario funcionara a ese régimen; 50 km/h.

- **Modo 2- Modo de zona perimetral**

Este modo de funcionamiento es utilizado para la conducción segura en zonas perimetrales sin sobrepasar el límite establecido en el Reglamento de la L.O.T.T.T.S.V que es de 90Km/h.

- **Modo 3- Modo de carreteras abiertas**

Este modo de funcionamiento contempla no exceder lo establecido en el reglamento que es 100 Km/h.

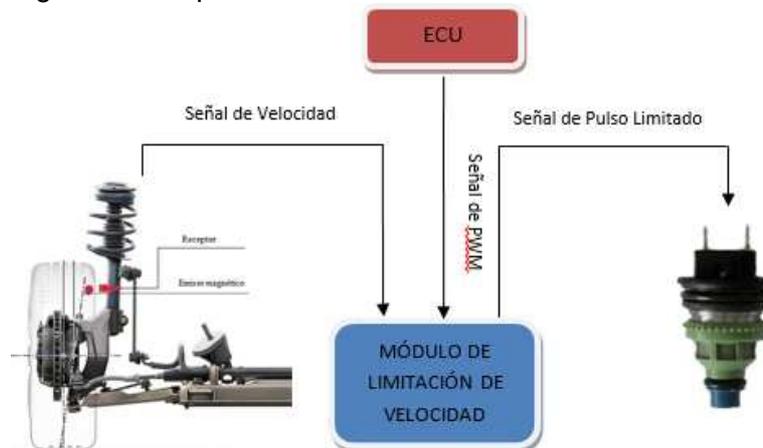
- **Modo 4- Modo conducción segura**

Este modo se establecido cuando el dueño del vehículo no se encuentra al volante y está restringido como el límite más bajo que es 50 km/h.

3.1 Diseño electrónico del módulo de limitación

En esta parte para el diseño de nuestro módulo de limitación se realizó un esquema básico que nos servirá para ubicar los orígenes de señales y la lectura de pulsos de inyección y la aplicación de la limitación.

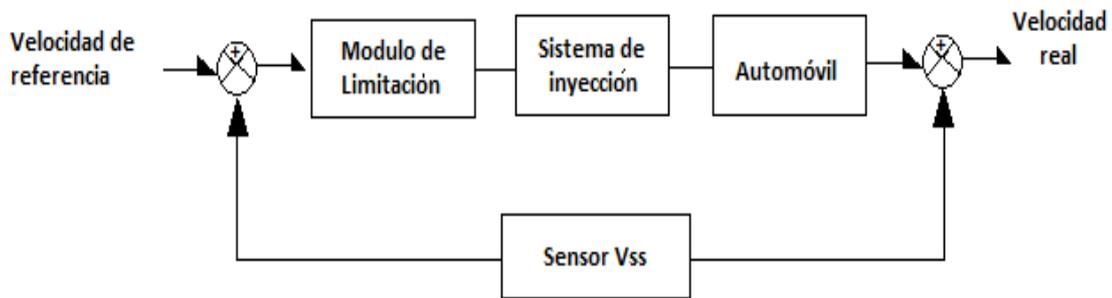
Figura 27. Esquema básico del sistema de limitación



Fuente: Autor

3.2 Diagrama de bloques del sistema de control

Figura 28. Diagrama de bloques del sistema de Inyección



Fuente: Autor

Este diagrama nos muestra esencialmente cual es la funcionalidad del sistema control y como se procesará la señales emitidas por cada uno de los dispositivos.

3.3 Diagrama de flujo del sistema de limitación de velocidad

En esta parte de nuestro trabajo realizamos un esquema de funcionamiento del módulo de limitación, para saber el tipo de comunicación y el ruteamiento que se va a dar a cada señal para la automatización del proceso, e identificar cual será el paso a seguir cuando el proceso detecte una anomalía u obstáculo que impida su desarrollo.

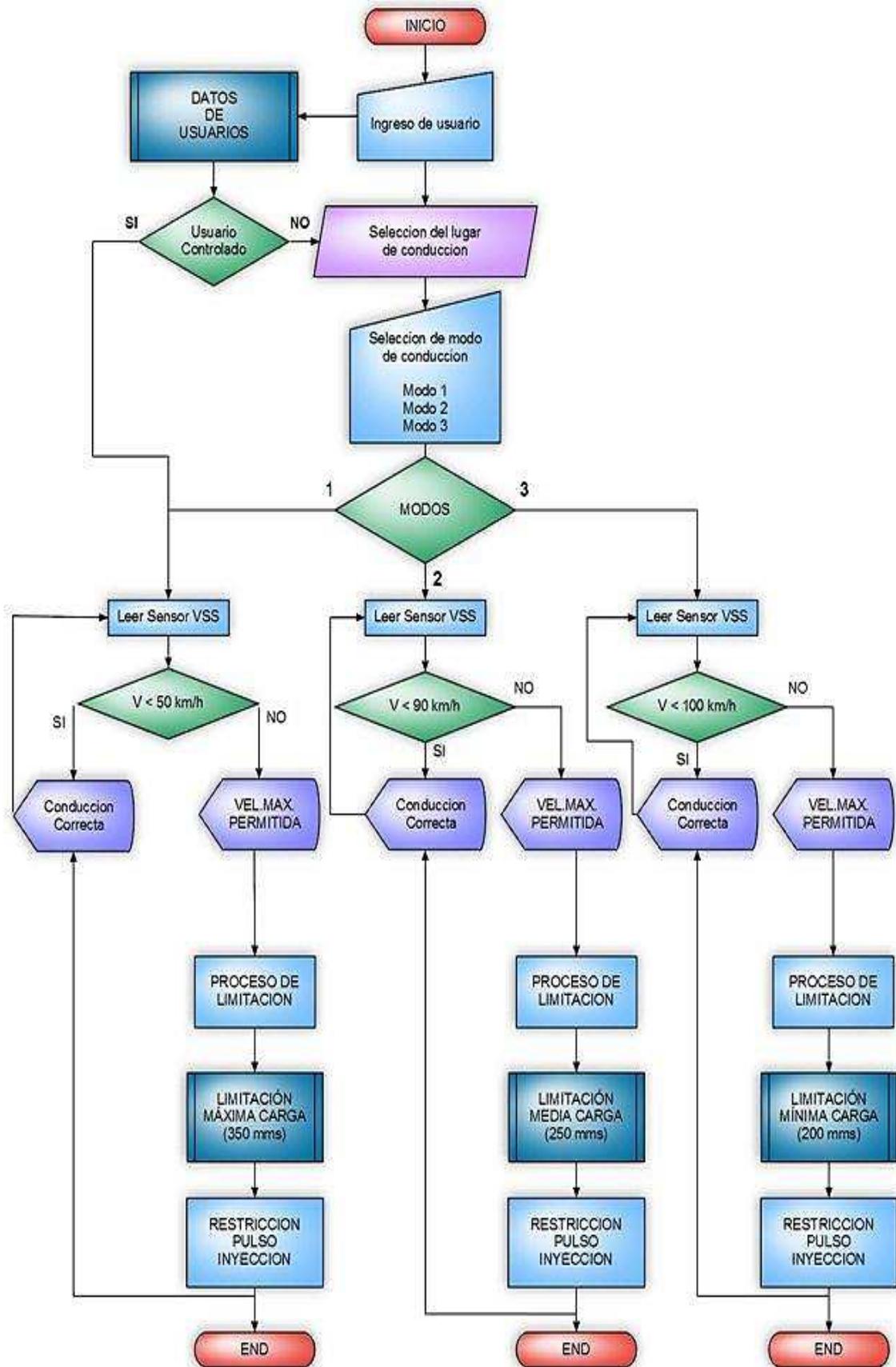
3.4 Aplicación del VSS

En la sincronización del sensor de velocidad tenemos que analizar los parámetros que influyen directamente con el fenómeno del desplazamiento tales como: rin, tamaño del neumático, desgaste del neumático, presión del neumático. Para dicho proceso utilizamos parámetros ideales.

Para nuestro sensor inductivo utilizamos la polarización de 12V de la batería para alimentar dicho instrumento con una salida de señal que va comunicada al módulo de limitación.

En dicho proceso hemos considerado la división equidistante y simétrica del rin para tener un período igual en todos los pulsos enviado a la PIC y así obtener lecturas correctas.

Figura 29. Diagrama de flujo del sistema limitador



Fuente: Autor

Figura 30. División del rin 13"



Fuente: Autor

3.5 Programación del microcontrolador

Dentro de las sentencias que enviamos al microcontrolador, están las de control de los rangos moderados, ya que el corte de inyección es instantáneo pero el efecto del mismo no lo es. Por tal motivo se lo realiza antes para evitar sobrepasar el límite establecido por normativa legal vigente.

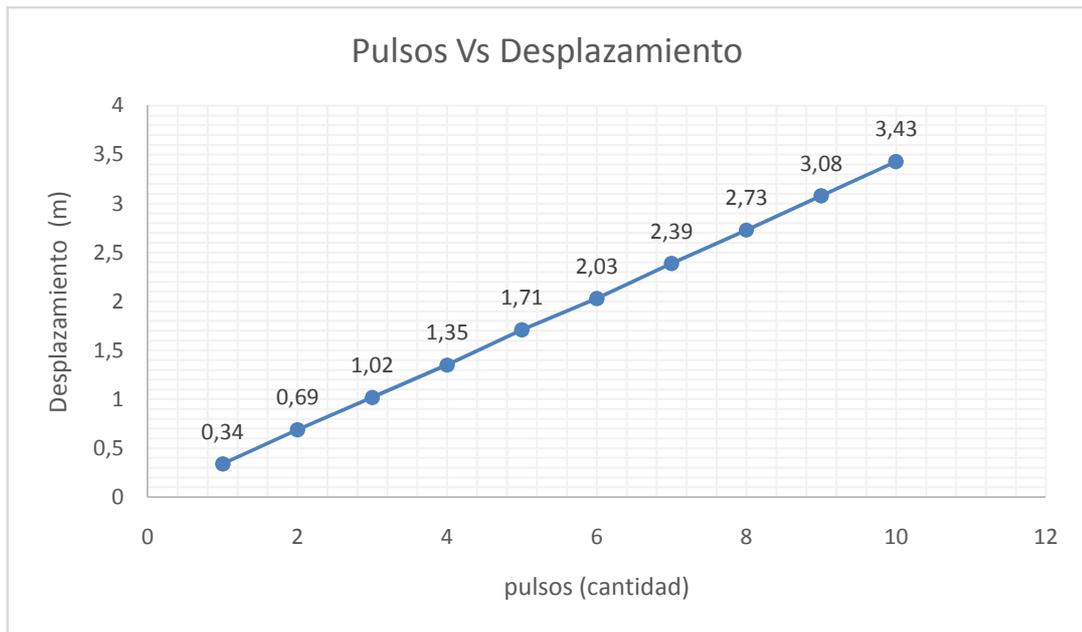
3.5.1. Planteamiento del modelo matemático. Para formular el modelo matemático que describa el funcionamiento del sensor VSS, debemos calcular la velocidad de vehículo realizamos mediciones del desplazamiento en función de los pulsos que nos envía nuestro sensor.

Tabla 4. Datos para cálculos de la velocidad

Pulsos	Desplazamiento (m)
1	0,34
2	0,69
3	1,02
4	1,35
5	1,71
6	2,03
7	2,39
8	2,73
9	3,08
10	3,41

Fuente: Autor

Figura 31. Gráfica del sensor de velocidad



Fuente: Autor

En el eje de las ordenadas se observó el desplazamiento; el cual será reemplazado en la ecuación de la velocidad lineal.

La ecuación de la velocidad lineal esta implícitamente relacionada en la frecuencia de pulsos que nos da el VSS medida en Hz

Para realizar nuestro modelo matemático debemos realiza una regresión lineal del tal manera que se ajuste la curva a la linealizar del fenómeno físico.

$$y = ax + b \quad (1)$$

Así tenemos que:

$$X \xrightarrow{E} (x) \text{ promedio}$$

$$Y \xrightarrow{E} (y) \text{ promedio}$$

$$a = Y - bX \quad (2)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - X)(y_i - Y)}{\sum_{i=1}^n (x_i - X)^2} \quad (3)$$

Tabla 5. Tabla de regresión lineal

i	Xi	Yi	(Xi - X)(Yi - Y)	(Xi - X)^2	(Yi - Y)^2
1	1	0,34	6,9075	20,25	2,3562
2	2	0,69	4,1475	12,25	1,4042
3	3	1,02	2,1375	6,25	0,7310
4	4	1,35	0,7875	2,25	0,2756
5	5	1,71	0,0825	0,25	0,0272
6	6	2,03	0,0775	0,25	0,0240
7	7	2,39	0,7725	2,25	0,2652
8	8	2,73	2,1375	6,25	0,7310
9	9	3,08	4,2175	12,25	1,4520
10	10	3,41	6,9075	20,25	2,3562
Σ	5,5	1,875	28,175	82,5	9,62285
	X	Y			

Fuente: Autor

Para(b) tenemos:

$$b = \frac{28,175}{82,5}$$

$$b = 0,342$$

Para (a) tenemos:

$$a = Y - bX \tag{4}$$

$$a = 1,875 - (0,342)(5,5)$$

$$a = -0,006$$

Por lo tanto nuestro modelo matemático nos queda así:

$$y = -0,006 + 0,342x \tag{5}$$

Analizando la gráfica podemos observar el comportamiento de nuestro fenómeno a controlar, existe una intersección en el eje de las abscisas por parte de la recta analizada, pero para facilitar la comprensión del mismo hemos considerado suprimir el

valor de (a) por su aproximación a cero; ya que se parte del reposo absoluto cuando se procede a medir la velocidad del vehículo.

$$y = 0,342x \quad (6)$$

Es decir, el desplazamiento en función de los pulsos del VSS se relaciona de la siguiente manera:

$$V = \frac{s}{t} \quad (7) \quad \text{ó} \quad V = F \cdot s \quad (7)$$

De donde:

V= velocidad del móvil

s = desplazamiento

t = tiempo

F= frecuencia [1 / s]; o pulsos por segundo

De tal modo que el desplazamiento va a estar en función de los pulsos del VSS, entonces s (p).

$$V = s \cdot F$$

$$V(p) = (y) \cdot F$$

$$V(p) = 0,34 x \cdot F$$

$$V(p) = 0,34 (x \cdot F) \quad (8)$$

De tal manera:

$$F = \frac{1}{s} \quad (9)$$

Como:

$$(x \cdot F) = \frac{\text{pulsos}}{\text{segundo}} \quad \therefore \quad \frac{x \rightarrow \text{desplazamiento}}{t(p) \rightarrow \text{tiempo}}$$

$$V(p) = 0,34 \frac{x}{t(p)} \quad (10)$$

3.5.2. Formulación del modelo matemático. Esta es la relación principal de donde se obtiene la velocidad del vehículo.

La fórmula está en función de los pulsos del VSS; así tendremos:

$$V = [0,34 \text{ m.}] \cdot \left[\frac{\text{pulsos}}{\text{seg.}} \right] \cdot \left[\frac{1 \text{ km.}}{1000 \text{ m.}} \cdot \frac{3600 \text{ seg}}{1 \text{ h.}} \right] \quad (11)$$

$$V = [0,34] \cdot [\text{pulsos}] \cdot \left[3,6 \frac{\text{km.}}{\text{h}} \right]$$

$$V = \text{velocidad mostrada en el LCD} \quad (12)$$

Esta lectura se hace cada segundo, es decir q la lectura enviada desde el sensor diseñado va en función de la frecuencia del mismo.

Todas las variables que hemos utilizado en proceso serán detalladas en el Anexo B.

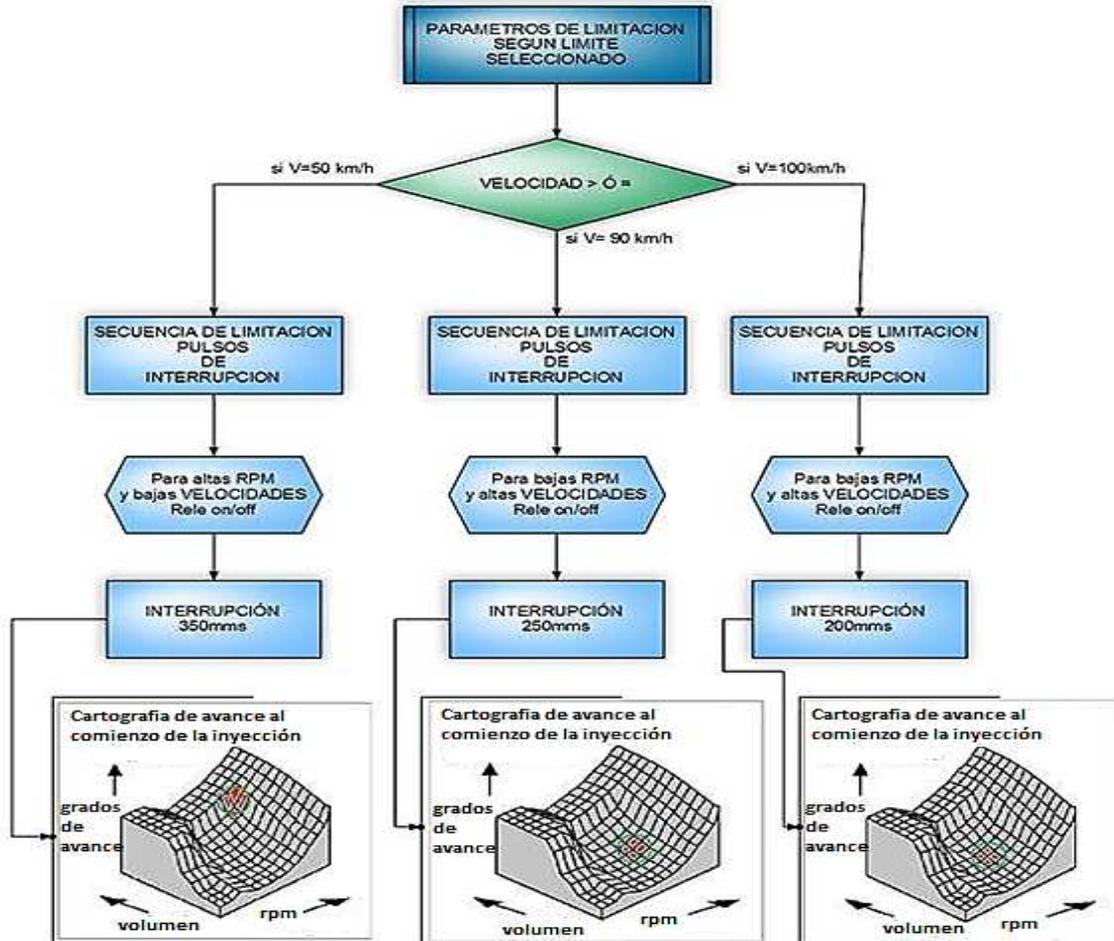
3.6 Memoria del programa para el microcontrolador

Aquí se detalla la programación en sí con los parámetros que se tendrán en cuenta para crear una limitación eficiente a fin de no afectar el ciclo térmico y desequilibrios en el motor, y no provocar daños en las partes móviles y fijas del motor.

En esta parte del sistema se guardan los datos de usuario y contraseña, además de los parámetros preestablecidos y los nuevos valores de parámetros modificados por el usuario-administrador.

Para establecer los parámetros de limitación para nuestro sistema de limitación se analizó la cartografía del motor, ya que para evitar el aumento del par motor se requiere interrupciones más largas en marchas bajas y débiles para marchas altas.

Figura 32. Parámetros de limitación según la velocidad



Fuente: Autor

Figura 33. Datos guardados en laEEPROM del PIC

```

MicroCode Studio Plus - PICBASIC PRO (LIMITADORF.pbp)
File Edit View Project Help
New Open Save Cut Copy Paste Undo Redo Print
Compile Compile Program 16F877A Read Verify Erase Information
Code Explorer
Includes
Defines
LCD_DREG
LCD_DBIT
LCD_RSREG
LCD_RSBIT
LCD_EREG
LCD_ERBIT
Constants
Variables
NUMERO
R
RPM
VEL
DVE
SETPRIME
SETSEGUN
SETTERCE
SETCUART
SETVELOC
Alias and Modifiers
LED
RELE
A
B
C
D
UNO
DOS
TRES
CUATRO
Symbols
LIMITADORF
LIMITADORF
*****LA DIRECCIÓN 0 EN ADELANTE*****
RESET:
FOR R=1 TO 3
HIGH led
PAUSE 200
LOW led
PAUSE 50
NEXT

READ 0,SETPRIME ;LEER EL DATO DE LA EEPROM 0 Y GUARDAR
READ 1,SETSEGUN ;LEER EL DATO DE LA EEPROM 1 Y GUARDAR
READ 2,SETTERCE ;LEER EL DATO DE LA EEPROM 2 Y GUARDAR
READ 3,SETCUART ;LEER EL DATO DE LA EEPROM 3 Y GUARDAR
READ 4,SETVELOC

GOTO OPCION

LIMITAR:
LOW RELE
COUNT PORTC.7,500,RPM
VEL=(RPM*309)/125
DVE=(RPM*309)//125
LCDOUT SFE,1
LCDOUT SFE,$82,"LIMITADOR DE"
LCDOUT SFE,$C3,"VELOCIDAD"
LCDOUT SFE,$90,"VEL. MAX. ",DEC SETVELOC,"KM/H"
LCDOUT SFE,$D2,"VEL. ",DEC VEL," ",DEC DVE,"KM/H"
IF VEL>=SETVELOC THEN
HIGH RELE
PAUSE 600
LOW RELE
    
```

Fuente: Autor

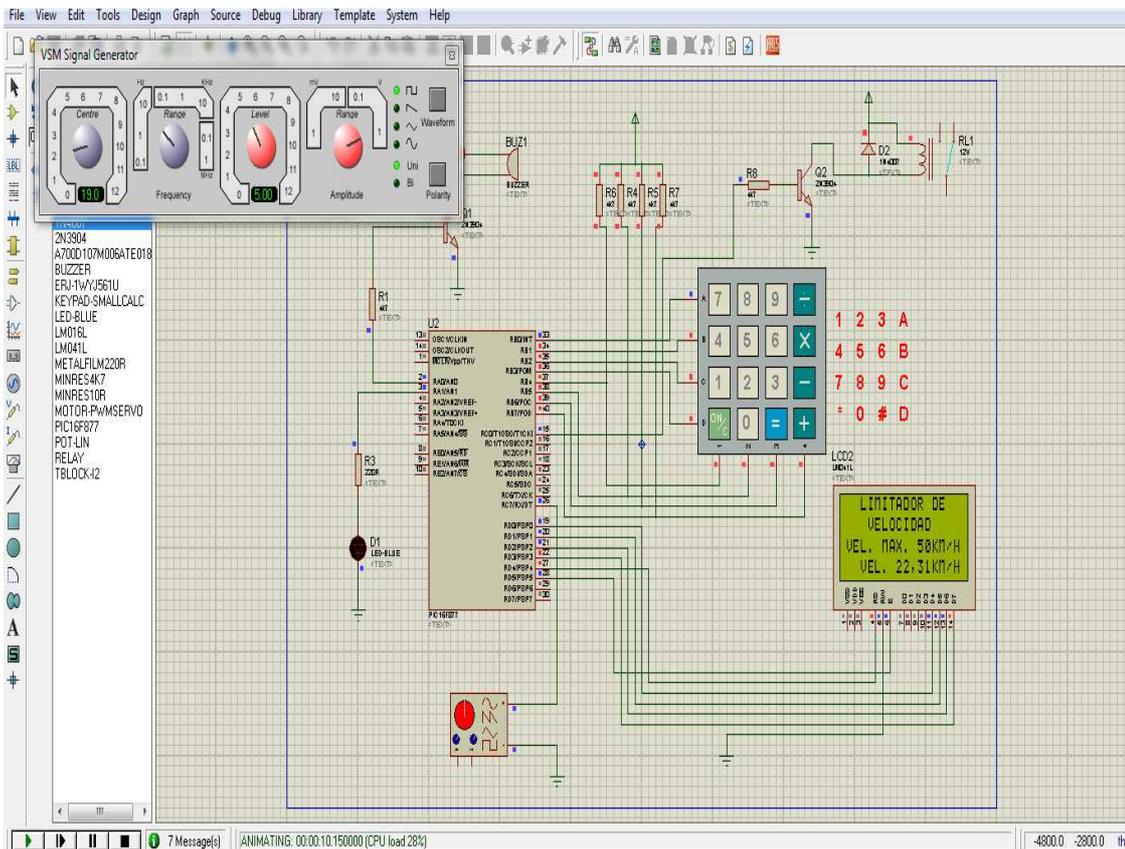
Los detalles de las sentencias y variables establecidas en todo el programa se ubican en el Anexo B.

3.7 Simulación del sistema de limitación

Para simular el circuito de limitación se utilizó el programa PROTEUS 7, en el cual implantamos un motor que pueda asemejarse a los parámetros establecidos en la programación.

En la figura siguiente se detalla el funcionamiento y conexiones que se realizarán en el sistema de inyección electrónica del vehículo.

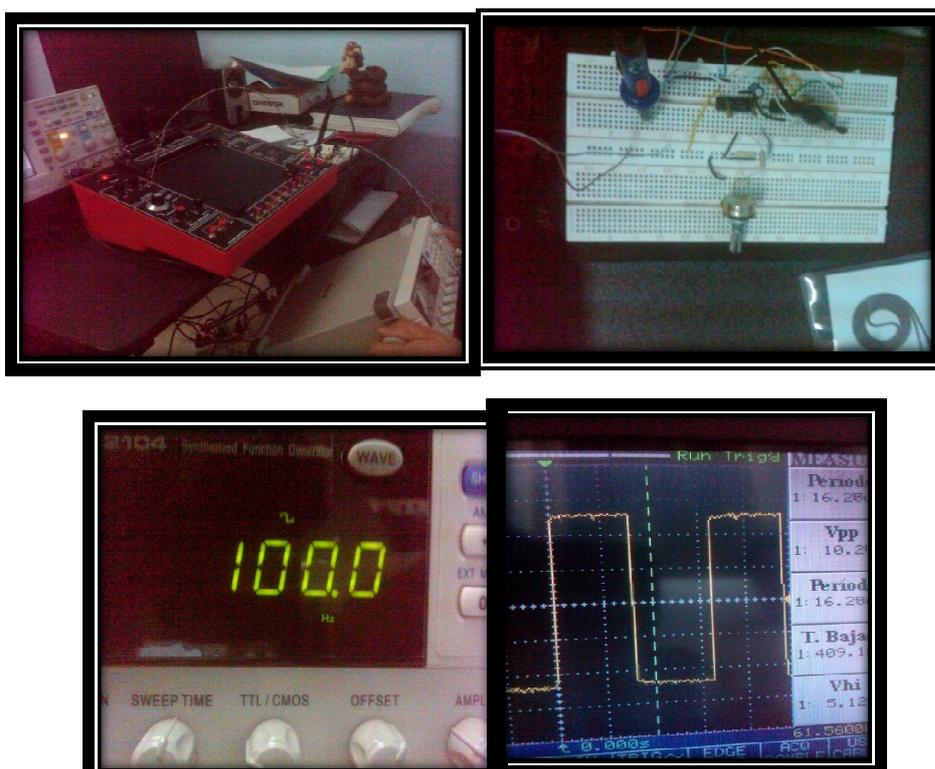
Figura 34. Simulación en PROTEUS



Fuente: Autor

Para una visualización real del sistema de limitación en plena etapa de trabajo se realizó un circuito básico con las señales entrantes y salientes; utilizando un generador de pulsos, banco de alimentación con fuentes asimétricas (+5, +12V), osciloscopio y multímetro.

Figura 35. Pruebas en funcionamiento real.



Fuente: Autor

3.8 Caracterización del LCD

Para la información de modo de funcionamiento del limitador hemos considerado la inserción de un LCD que permita mantener informado al conductor del vehículo de la velocidad y modo de funcionamiento esencialmente, además de la lectura de los caracteres ingresados para la codificación del módulo electrónico por el usuario principal o administrador.

Figura 36. Configuración de un LCD



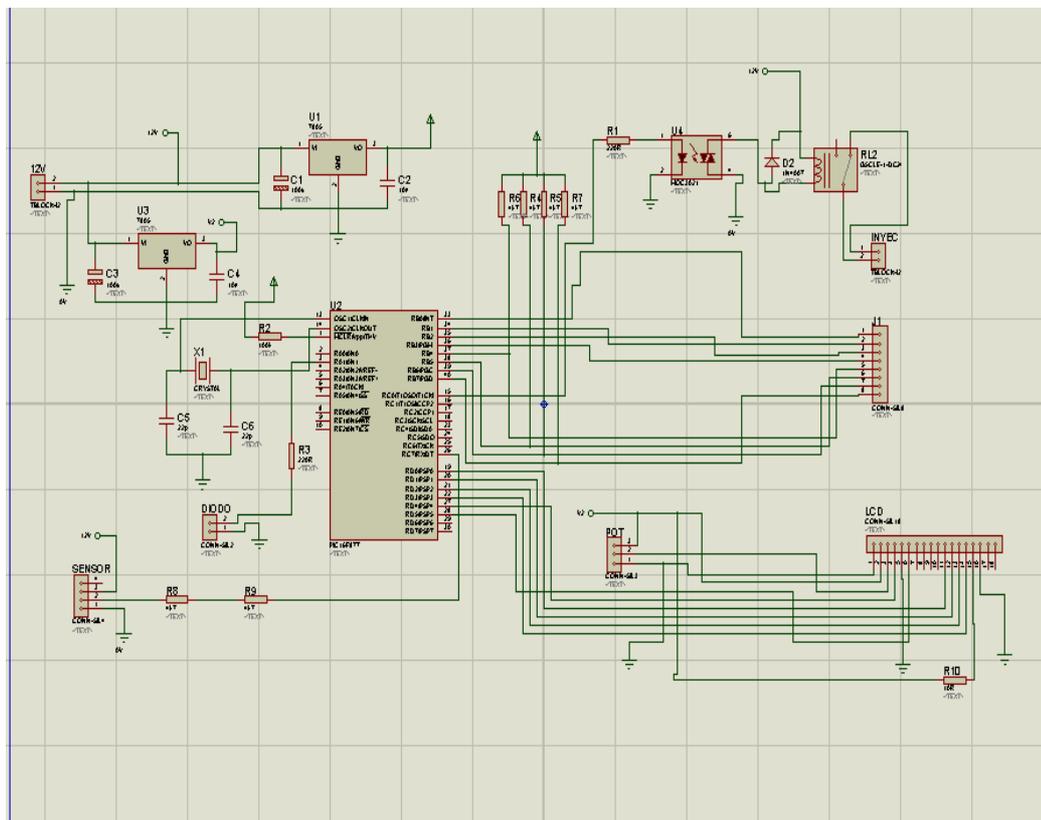
Fuente: Autor

En la primera y segunda línea de caracteres del LCD se observa la descripción del sistema de limitación; en la tercera se observará el parámetro de limitación establecido según la zona que se transcurre; en la cuarta línea de caracteres observamos la velocidad actual del vehículo.

3.9 Creación de la alarma visual y sonora

Anexamente como una ayuda extra a identificar cuando estamos aproximándonos al límite establecido por el modo de conducción, hemos analizado la necesidad de crear una alarma visualy sonora mediante un LED y un buzzer, que nos interprete la llegada al límite de velocidad.

Figura 37. Implantación del LEDy buzzeral sistema

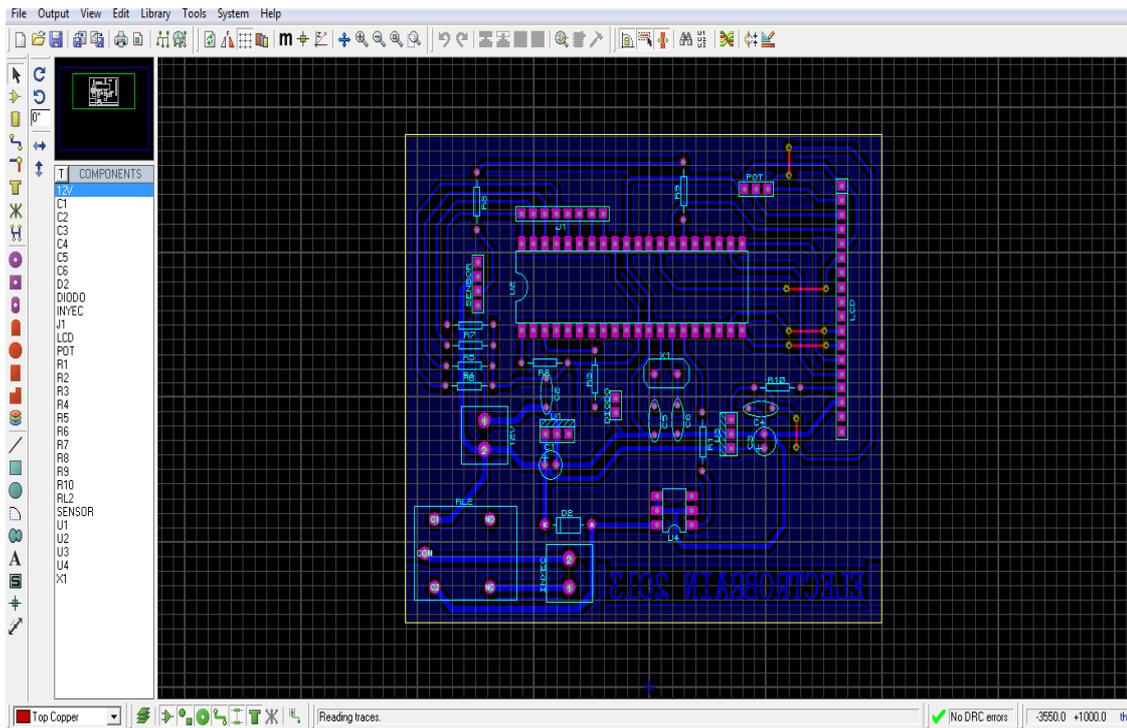


Fuente: Autor

3.10 Creación de pistas

Para nuestro proyecto hemos creado pistas mediante el programa ARES de PROTEUS, tal como se detallan en la siguiente figura.

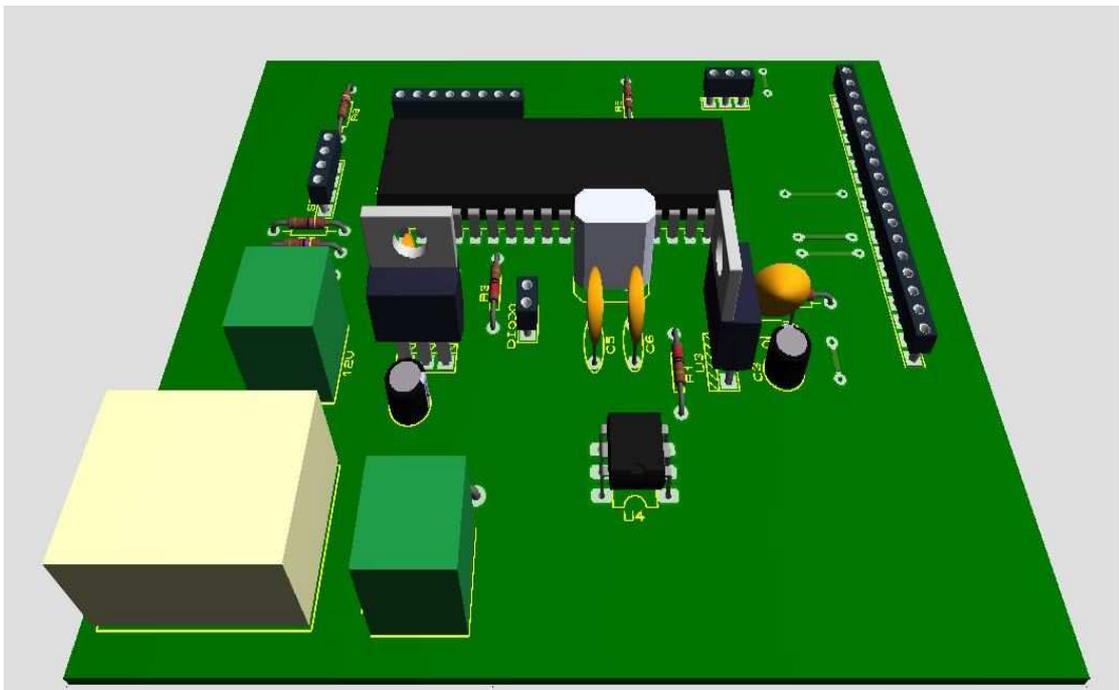
Figura 38. Pistas en Ares



Fuente: Autor

3.11 Implantación de elementos eléctricos y electrónicos en el módulo de limitación

Figura 39. Placa electrónica con sus elementos



Fuente: Autor

3.12 Programación de parámetros según la ley orgánica de T.T.TS.V.

Para la programación de los parámetros establecidos por la ley hemos hecho cálculos que los detallaremos a continuación en base a los pulsos que nos proporciona la señal del sensor para identificar cuando se encuentra en el rango de limitación.

- Para 50 km/h :
Cuando el VSS envía una señal de frecuencia =41 Hz entra en el bucle de limitación de pulsos.

$$V = [0,34] \cdot [\text{pulsos}] \cdot \left[3,6 \frac{\text{km.}}{\text{h}}\right]$$

$$V = [0,34] \cdot [40] \cdot \left[3,6 \frac{\text{km.}}{\text{h}}\right]$$

$$V = 50,2 \left[\frac{\text{km.}}{\text{h}}\right]$$

Cuando existe esta lectura del VSS se procesa directamente la siguiente sentencia de programación al PIC:

Figura 40. Sentencia de programación para zona urbana

```
LCDOUT $FE,$90, "B.PERIMETRAL"  
LCDOUT $FE,$D0, "C.CARRETERA"  
GOSUB barrido:GOSUB ptecla  
IF NUMERO=10 THEN WRITE 4,50: WRITE 5,700  
IF NUMERO=11 THEN WRITE 4,90: WRITE 5,500  
IF NUMERO=12 THEN WRITE 4,100: WRITE 5,400  
GOTO RESET
```

Fuente: Autor

- Para 90 km/h :
Cuando el VSS envía una señal de frecuencia = 73 o 74 Hz, entra en el bucle de limitación de pulsos.

$$V = [0,34] \cdot [\text{pulsos}] \cdot \left[3,6 \frac{\text{km.}}{\text{h}}\right]$$

$$V = [0,34] \cdot [73] \cdot \left[3,6 \frac{km.}{h}\right]$$

$$V = 89,4 \left[\frac{km.}{h}\right]$$

$$V = [0,34] \cdot [pulsos] \cdot \left[3,6 \frac{km.}{h}\right]$$

$$V = [0,34] \cdot [74] \cdot \left[3,6 \frac{km.}{h}\right]$$

$$V = 90,6 \left[\frac{km.}{h}\right]$$

En el rango de velocidad de 89,4 – 90,6 entra en funcionamiento la fase de limitación. Teniendo para este rango la siguiente sentencia de programación:

Figura 41. Sentencia para programación de zona perimetral

```

LCDOUT $FE,$DU,"C.CARRETERA"
GOSUB barrido:GOSUB ptecla ;ir a barrido y retorna a un antirreb
IF NUMERO=10 THEN WRITE 4,50: WRITE 5,700
IF NUMERO=11 THEN WRITE 4,90: WRITE 5,500
IF NUMERO=12 THEN WRITE 4,100: WRITE 5,400
GOTO RESET

```

Fuente: Autor

- Para 100 km/h :
Cuando el VSS envía una señal de 82 Hz entra en el bucle de limitación de pulsos.

$$V = [0,34] \cdot [pulsos] \cdot \left[3,6 \frac{km.}{h}\right]$$

$$V = [0,34] \cdot [82] \cdot \left[3,6 \frac{km.}{h}\right]$$

$$V = 100,4 \left[\frac{km.}{h}\right]$$

Ya con esta señal en el módulo de limitación se procesa y se envía la sentencia de programación siguiente:

Figura 42. Sentencia de programación para carretera abierta

```
GOSUB barrido:GOSUB ptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote
IF NUMERO=10 THEN WRITE 4,50: WRITE 5,700
IF NUMERO=11 THEN WRITE 4,90: WRITE 5,500
IF NUMERO=12 THEN WRITE 4,100: WRITE 5,400
GOTO RESET

BARRIDO:
```

Fuente: Autor

3.13 Puesta a punto del sistema limitador

Para poner a punto nuestro limitador procedemos a conectar la señal proveniente del sensor a fin de que nos muestre la velocidad instantánea del vehículo para así iniciar con los parámetros de limitación. Para tener un parámetro patrón de medida utilizamos un scanner para saber cuál es la velocidad que es comunicada la PCM.

Figura 43. Datos enviados por el scanner

Código de identificación de sistema		Componente		
		Nombre del Componente	Valor	Unidad
Código de identificación de sistema:1453		velocidad motor	860	rpm
		Velocidad vehículo	0	km/h
		Temp. Aire admisión	37	°C
		Tiempo inyección	1.05	msec
		Tiempo encendido	6.3 deg BTDC	
		Valor corrección ratio aire-combustible	0.006	
		Monitor valor corrección ratio aire-combustible	0.01	
		Sensor oxígeno	0.71	V
		PAG. ANTERIOR	PAG. SIGUIENTE	GRÁFICOS
		VOLVER	INICIO	AYUDA
		OK	INICIO	IMPRIMIR

Fuente: Autor

Para dicho proceso de diagnóstico a bordo se ha utilizado un scanner LAUNCH X431 DIAGUN que nos facilitó la Escuela de Ingeniería Automotriz. En dicho proceso se obtuvo una comunicación exitosa en tiempo real de varios parámetros como son: velocidad, rpm, temperatura de aire de admisión, temperatura del refrigerante, tiempo de inyección, tiempo de encendido, sensor de oxígeno.

Cabe destacar que nuestro sistema de limitación se obtuvo por un cálculo teórico ideal pero existen factores externos que debemos tomar en cuenta para la exactitud de la medición, por tal motivo es importante realizar el respectivo sincronismo para crear fiabilidad en la información mostrada al conductor.

CAPÍTULO IV

4. CONSTRUCCIÓN, ENSAMBLAJE Y PRUEBAS

4.1 Construcción de la tarjeta electrónica

Para la elaboración de la circuitería que nos permitirá el funcionamiento del módulo electrónico y lectura de la velocidad del vehículo, se han seleccionado los siguientes elementos electrónicos y mecánicos:

Tabla 6. Elementos a utilizar

Cant	Elemento	Descripción
1	μ c 16F877A	Circuito integrado programable
1	Reed switch	Switch magnético
5	Imanes de Neodimio	Puntos bases del switch
5	Imanes cerámicos	Punto de switch
11	Resistencias	Limitan el paso de la corriente
1	Oscilador	Indispensables para el funcionamiento del μ c
1	Relé 12v 10 ^a	Controla un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada.
1	Optoacoplador pc 817	Aislador acoplado ópticamente
1	Buzzer	Alarma sonora de aproximación al límite establecido
2	Transistor 7805	Nos permiten limitar el voltaje a 5 voltios
1	Diodo	Utilizados para proteger los circuitos que son de baja potencia
1	Teclado	Para seleccionar el modo de conducción y el ingreso de datos.
3	Conectores	Permiten conectar de manera eficaz conductores
1	LCD 4x20	Nos muestra información como velocidad y modos de conducción.
1	Molex	Permite conectar los pines del sensor inductivo

Fuente: Autor

Tabla 6. (Continuación)

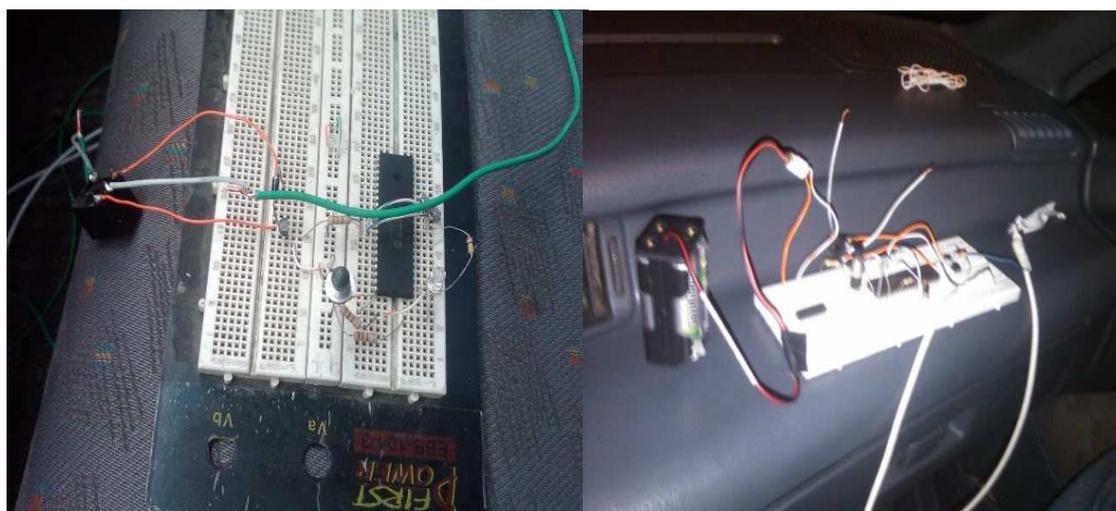
4	Bus de datos	Envía datos desde los periféricos al PIC
2	Borneras	Son puntos de anclaje de alimentación
1	Zócalo	Permite conectar circuitos integrados en circuitos impresos sin realizar la soldadura.

Fuente: Autor

Como se puede observar en la tabla 4, el micro controlador seleccionado es el PIC 16F877A de la familia Microchip debido a sus características físicas e internas. Posee cuarenta pines, dispone de tres módulos contadores, un módulo CCP (Capturador – Comparador – PWM con 10 bits de resolución), permite proteger la información de la programación. También posee el módulo convertidor análogo – digital que es muy útil.

Es muy indispensable verificar el funcionamiento del circuito electrónico lo más cercano a lo real posible, para ello se montó el circuito en una protoboard para garantizar el trabajo hecho por el simulador, ya que este programa de computadora no expresa incrementos de temperatura en elementos que son muy frágiles e impedirán desarrollar la tarjeta electrónica. Por tal razón es prioritario realizar un sinnúmero de pruebas en protoboard para comprobar la fiabilidad de nuestro circuito. En la siguiente figura se muestra las pruebas realizadas en la protoboard con el funcionamiento del circuito.

Figura 44. Circuito de limitación



Fuente: Autor

Figura 45. Conexión del circuito al inyector



Fuente: Autor

Figura 46. Prueba en protoboard del sistema de limitación



Fuente: Autor

4.2 Adaptación del sensor inductivo

Para obtener una información precisa del desplazamiento del vehículo colocamos 5 imanes para ver el desplazamiento de la rueda. Para esto hemos utilizado el principio de los sensores inductivo que se utiliza en los frenos ABS. Para la colocación de los puntos de los imanes realizamos una figura geométrica de un pentágono regular inscrita en una circunferencia. Siendo el diámetro del rin 33 cm, para aquello realizamos un gráfico con la figura geométrica de un pentágono en una hoja para colocarlo en el neumático a utilizar tal como se muestra en la Figura 47:

Figura 47. División equidistante del rin



Fuente: Autor

Luego de que realizamos las divisiones para el rin, procedemos a colocar los imanes de neodimio; los cuales son los más poderosos tipos de imanes permanentes de tierras raras fabricados por el hombre y de gran utilidad en el mercado. Por dichas razones se utilizó estos imanes por su fuerte campo magnético y el switcheo sea más eficaz.

Seguidamente colocamos los imanes con adhesivo de acero epóxico en las marcas puesta en la parte interior del rin, tomando en cuenta no interferir con las pesas utilizadas para el balaceado de la rueda.

Figura 48. Rueda con imanes



Fuente: Autor

Con las modificaciones realizadas tendríamos la siguiente parte que nos ayudará a enviar los pulsos para el módulo de limitación y la señal necesaria para la ECU para saber la velocidad del vehículo.

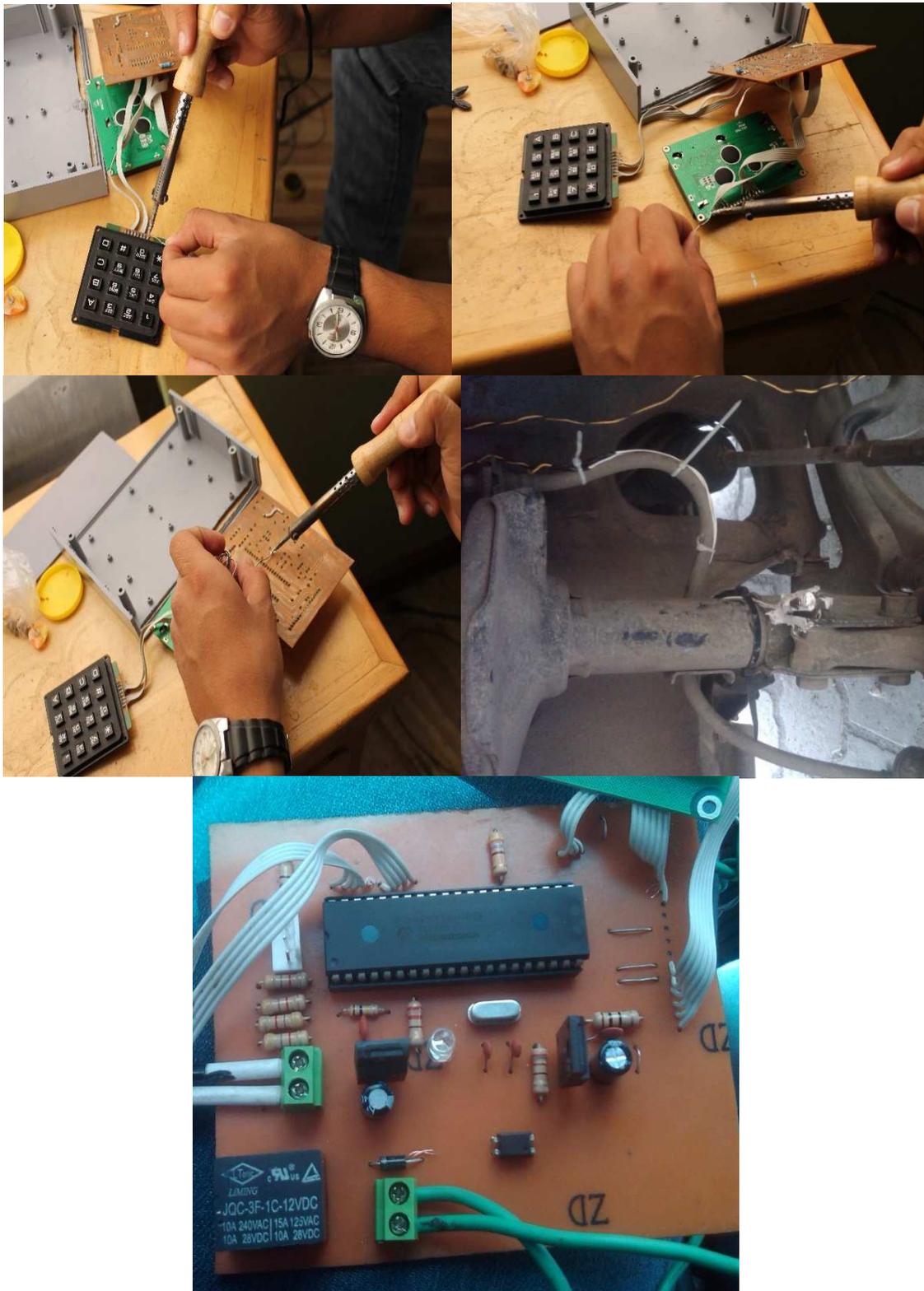
Figura 49. Sensor inductivo montado en la suspensión



Fuente: Autor

4.3 Ensamblaje del módulo electrónico

Figura 50. Ensamblaje de partes del sistema de limitación



Fuente: Autor

4.4 Descripción del limitador de velocidad

Como se puede observar en la figura se observa muy claramente las etapas del sistema de limitación como son:

- **Fase de potencia**

Esta es la fase donde se alimenta a nuestro sistema, esta es de 12V DC con la batería del auto.

- **Fase de control y procesamiento**

Esta es la fase donde se procesa toda la información proveniente del Sensor VSS y se compone principalmente del microcontrolador quien analiza la información para enviar comando de ejecución al inyector.

- **Fase de comunicación**

Esta es la interfaz de comunicación del sistema de limitación con el conductor, así pues informa el estado en que se encuentra (ver la Figura 51).

Figura 51. Fases del sistema de limitación



Fuente: Autor

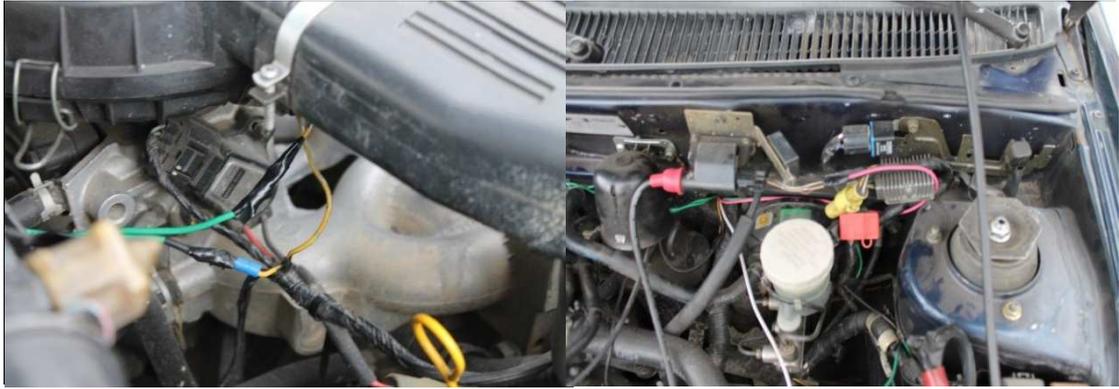
4.5 Adecuaciones para ubicación en el vehículo

En esta parte de nuestro proyecto de investigación realizamos las adecuaciones para la ubicación del sistema de limitación en el vehículo, a continuación se detallan procesos realizados para la instalación y adecuación dentro del habitáculo.

Figura 52. Adecuaciones para el sistema de limitación



Fuente: Autor



Fuente: Autor

Figura 53. Sistema de limitación instalado completamente en el habitáculo



Fuente: Autor

4.6 Modos de funcionamiento

- **Modo 1- Modo inicial de zona urbana**

Este modo es en el cual se arranca al momento de encender el vehículo y si no es ingresada una clave de usuario funcionará a ese régimen y es aplicado para la zona urbana. Al momento de llegar a los 50km/h corta los pulsos de inyección.

- **Modo 2- Modo de zona perimetral**

Para pasos laterales, vías de acceso, zonas rurales de poblados, etc.

Este modo de funcionamiento es utilizado para la conducción segura en zonas perimetrales sin sobrepasar el límite establecido en el Reglamento de la L.O.T.T.T.S.V que es de 90Km/h.

- **Modo 3- Modo de carreteras abiertas**

Este modo se lo utiliza cuando nos encontramos en autopistas o carreteras interprovinciales donde no existen zonas pobladas. No excede los 100 km/h.

- **Modo 4- Modo usuario básico**

Este modo inicial de conducción se lo obtendrá cuando no se haya ingresado ninguna clave de usuario o al momento de arrancar el vehículo.

Este modo de conducción se lo ha creado por la seguridad del vehículo, cuando éstos son conducidos por personas que no sea el propietario.

Este modo también va aplicado cuando se detecta un usuario controlado es decir, para las ocasiones cuando los padres prestan sus carros a los hijos para dar un paseo, esto se observa muy comúnmente en nuestro medio, por tal razón hemos creado esta opción a fin de evitar accidentes ya que se ha observado la gran cantidad de carreras clandestinas y excesos de velocidad por tipos de conducción desprolijas y riesgosas.

CAPÍTULO V

5. FASE DE PRUEBAS

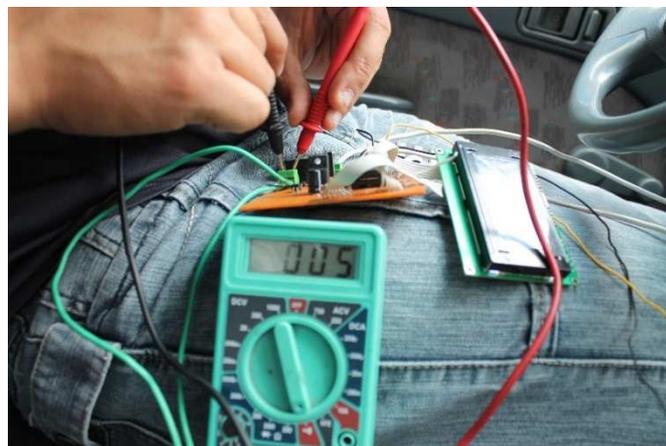
5.1 Pruebas electrónicas

En esta parte realizamos las respectivas comprobaciones del funcionamiento de nuestro sistema de limitación como son de continuidad y alimentación.

5.1.1 Pruebas de continuidad. Estas pruebas se realizan con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento de los pulsadores, interruptores y de los conductores. Las mismas se deben realizar sin alimentación de energía.

- Se verifica que los conductores de alimentación tengan continuidad, esto se lo realiza con la ayuda de un multímetro en la opción continuidad.

Figura 54. Pruebas de los conductores eléctricos



Fuente: Autor

- En los sensores magnéticos, se debe comprobar la continuidad en los cables únicamente cuando éstos se encuentran enfrentados a los imanes, ya que éstos activan el interruptor interno que éstos poseen.

5.1.2 Pruebas dealimentación y funcionamiento. Estas pruebas nos sirvieron para comprobar que los elementos eléctricos y electrónicos están alimentados con el voltaje

correcto.

- El sistema de alimentación debe estar alimentado con 12V por medio de la batería. Se debe ubicar los terminales del multímetro en los conductores de alimentación con la escala de medida en voltaje de corriente continua.

Figura 55. Prueba de alimentación

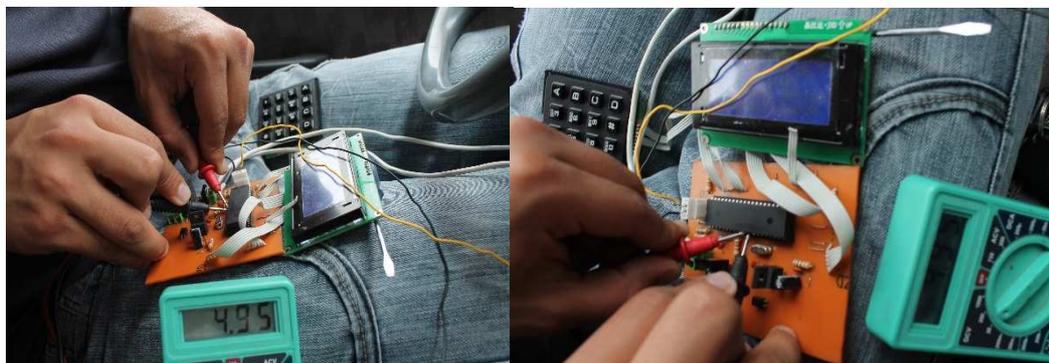


Fuente: autor

- Se debe corroborar el voltaje, que reciben el módulo electrónico como para la alimentación del VSS y como para la funcionalidad del microcontrolador. Colocando los terminales del multímetro en la bornera de alimentación. Y verificar que el LCD se enciendan sin ningún problema.

Para controlar el voltaje de entrada al microcontrolador se ubicó en el pin 11 y 12, 31 o 32 observando la configuración con el datasheet del PIC 16F877A para no provocar resets, en la posición de voltaje de corriente continua realizamos las pruebas respectivas.

Figura 56. Prueba de voltaje al PIC



Fuente: Autor

Se ha realizado un manual de operaciones para el usuario el cual se muestra en el Anexo A. En este se detalla de manera clara y objetiva las características del sistema de limitación de velocidad, su descripción general, las precauciones y recomendaciones a tener en cuenta, así como también las instrucciones paso a paso del uso del sistema de limitación, desde como instalar la alimentación hasta la modificación de parámetros de limitación.

5.2 Análisis de resultados obtenidos

5.2.1 Resultados de las pruebas eléctricas y electrónicas. En la tabla siguiente se puede apreciar los resultados obtenidos al momento de realizar las pruebas de continuidad en los diferentes puntos de control, los cuales son positivos en su totalidad.

Tabla 7. Resultados de continuidad

Elemento		Valor ideal	Valor medido	Estado
Cableado de alimentación		< 1	0,3	Correcto
Sensores magnéticos	No enfrentado al imán	Aislado	Aislado	Correcto
	Enfrentado al imán	< 1	0,4	Correcto

Fuente: Autor

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos en las pruebas de alimentación del circuito que conforma el módulo de limitación.

Tabla 8. Resultados de pruebas de alimentación

Elemento	Valor ideal	Valor medido	Estado
Alimentación general	12V	13,07 V	Aceptable
Alimentación del sensor VSS	12 V	12,75 V	Aceptable
Alimentación del PIC	5 V	4,85 V	Aceptable

Fuente: Autor

CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS DE COSTOS

En el presente capítulo se analizarán todos los costos que intervienen directa e indirectamente en la construcción y ensamblaje de nuestro sistema de limitación.

6.1 Costos directos

Estos costos son los que intervienen directamente en la construcción del sistema y su ensamblaje en el vehículo.

6.1.1 Costos de materiales. Intervienen los costos de los materiales que se utilizó para la construcción del sistema de limitación; estos costos se detallan a continuación:

Tabla 9. Costos directos

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Teclado	u	1	6.00	6.00
Sensor magnético	u	1	20.00	20.00
Microcontroladores 16F877A	u	2	12,00	24,00
LCD 4x20	u	1	20,00	20,00
Kit: Resistencias, transistores, diodos, reguladores, capacitores y otros componentes electrónicos	-	-	-	30,00
Kit: Baquelita, papel termosensible, marcador indeleble, cloruro férrico, broca y más elementos para el armado y montaje de la placa PCB.	-	-	-	30,00
Cable multifilar unipolar nº 16		15	1,00	15,00
Cautín 60W	u	1	10,00	10,00
Terminales	u	6	0,50	3,00
Pegamento 2TON	u	1	5,00	5,00

Tabla 9. (Continuación)

Vinchas plásticas	u	10	0,50	5.00
Caja plástica	u	1	7,50	7,50
Total			USD	175,50

Fuente: Autor

6.1.2 Costos de mano de obra. Debemos tomar en cuenta que en los costos de mano de obra incluyen los servicios profesionales y otros servicios que hayan contribuido al desarrollo del sistema de limitación.

Tabla 10. Costos de mano de obra

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo/ hora	Costo total
<i>Asesoría de programación</i>	h	10	20,00	200,00
<i>Grabada del PIC</i>	u	1	30,00	30,00
<i>Servicio de scanner</i>	h	1	30,00	30,00
Total				USD.260,00

Fuente: Autor

6.1.3 Costos de transporte. En este rubro se detalla los costos por movilización para realizar pruebas en el sistema de limitación.

Tabla 11. Costos de transporte

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Gasolina extra	gl	20	1,48	29,60
Total				USD. 29,60

Fuente: Autor

6.2 Costos indirectos

Estos costos son los que no intervienen directamente en el proceso de construcción y diseño del sistema de limitación pero que permitieron su desarrollo; por lo cual los consideramos así:

Tabla 12. Costo indirecto

Descripción	Costo
Costo ingenieril	100,00
Documentación e investigación	150,00
Llamadas e internet	50,00
Total	USD. 300,00

Fuente: Autor

6.3 Costos totales

El costo total del proyecto con la suma de costos directos e indirectos se lo puede apreciar en la siguiente tabla siguiente:

Tabla 13. Costos totales del proyecto

Costos Directos	465,10
Costos indirectos	300.00
Costo Total	USD 765.10

Fuente: Autor

6.4 Análisis de factibilidad

Para la producción en masa del presente proyecto se realizó un sondeo en el mercado de herramientas similares, las cuales no existen aún en el mercado ecuatoriano, por lo cual tendría un costo aproximado de 350,00 dólares, ya que el valor de asesorías de programación solo se pagara una vez teniendo el programa y parámetros ya establecidos. Incluso que los insumos bajarían significativamente los precios ya que se compraría por cantidades considerables para el descuento.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Se recabó información necesaria para la estandarización de los límites de velocidad aplicados para cada sector, pudiendo identificar claramente el reglamento que se aplica para los vehículos livianos en todo el eje vial ecuatoriano.

Se analizó los parámetros de limitación para los tipos de vehículos más utilizados en el mercado, obteniendo resultados favorables y a la vez abstractos, ya que para cada tipo de vehículo existe un tipo de gestión electrónica único por el fabricante de sistema de inyección (Bosch, Denso, MagnetiMarelli, Siemens, Delphi) al poseer un tipo de comunicación muy compleja solo puede ser interpretada realizando una cartografía de la ECU para establecer parámetros de limitación (caudal de aire, revoluciones por minuto, tiempo de inyección).

Se ha diseñado exitosamente un prototipo muy eficaz, fiable y fácil de instalar para cualquier tipo de vehículo de inyección electrónica a gasolina y debido a su versatilidad se puede acoplar para vehículos a carburador limitando la alimentación de combustible intervenido en la activación de la bomba de combustible.

Con la realización de la siguiente investigación se pudo corroborar la gran utilidad de la limitación de la inyección electrónica de un vehículo sin efectos nocivos para el motor.

Se probó la eficacia del sistema de limitación experimentando con factores externos que impiden el desarrollo del par motor como son: calidad del combustible, altitud, pendientes de carretera. En fin la utilidad es para todas las condiciones de trabajo.

Se analizó muy seriamente la psicología de conducción mediante los datos estadísticos procedentes de la ANT sobre los índices de mortalidad de accidentes de tránsito por exceso de velocidad; siendo la impericia e imprudencia la predominante sobre este fenómeno; de tal manera se considera la incorporación del sistema como una herramienta muy beneficiosa para el manejo de vehículos.

Además que el sistema por su utilidad se podría realizar una producción en serie; de tal manera que se influirá positivamente con la sociedad, aportando a la reducción de accidentes de tránsito.

En general aportamos a nuestra sociedad con una herramienta para poder movilizarse de manera segura en el eje vial ecuatoriano, pero la única manera de evitar los excesos de velocidad y por consecuencia accidentes sería limitar la vehemencia de conducción y orientarlos a obedecer sin cuestionar todas las señales de tránsito; que dicho sea de paso solo nos ayudan a transportarnos de manera segura.

Finalmente podemos decir que nuestro sistema limitador es una herramienta importante para el desarrollo normal del tránsito; mediante su acción correctiva de pulsos de inyección que con lleva a reducir el ímpetu de los conductores o un cambio de actitud; pero esto se debe a la falta de respeto y observancia de los límites establecidos para los tipos de automóviles.

7.2 Recomendaciones

Considerar que el presente proyecto tan ambicioso como lo fue este, siempre se desea que haya una mejora continua del mismo, por tanto se recomienda a futuros estudiantes que tenga interés en el proyecto, la complementación con más información sobre sistemas de inyección electrónica desconocidos para la homologación del control de velocidad del vehículo; a fin de hacer esta un sistema adaptable a todos los modelos de fabricantes de automóviles.

Realizar el mantenimiento periódico del sistema de inyección del vehículo como recomienda el fabricante, a fin de evitar que se produzcan atracones por efectos de obstrucción de conductos, ya que el sistema de limitación actúa directamente sobre la alimentación y con dichos impedimentos se vería afectado el ciclo de funcionamiento.

Tomar las medidas de precaución necesarias al momento de ingresar a zonas no señalizadas, ya que existen lugares donde no hay advertencias de entradas a zonas escolares, urbanas e incluso curvas peligrosas.

Seguir las instrucciones que se establecen en el manual de usuario para tener un adecuado funcionamiento del sistema de limitación, con el fin de garantizar un correcto funcionamiento y el apropiado desenvolvimiento del mismo.

Evitar realizar maniobras riesgosas durante la conducción como son: adelantar a otro vehículo en tramos cortos, nunca colocar en posición neutral el vehículo al momento de descender pendientes; se debe circular siempre por el carril de la derecha a fin de no poner en riesgo la integridad del conductor y los ocupantes.

BIBLIOGRAFÍA

CEAC. 2003. *Manual CEAC del Automóvil*. Barcelona-España : Grupo Editorial Ceac, S.A., 2003.

Asamblea Constituyente. 2011. Aneta. *Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*. [En línea] 29 de Marzo de 2011. [Citado el: 10 de Junio de 2013.] <http://www.aneta.org.ec/images/pdf/Ley2012.pdf>.

FAJARDO, Salvador. 2010. e-auto.com.mx. *Timing de inyección*. [En línea] 2010. [Citado el: 20 de Julio de 2013.] http://www.e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=262.

MORENO, Angel. 2005. mailxmail. *Sistema de encendido*. [En línea] 2 de Mayo de 2005. [Citado el: 15 de Julio de 2013.] <http://www.emagister.com/curso-motores-combustion-interna/sistemas-encendido>.

Presidencia de la Republica. 2012. Decreto Presidencial N. *Reglamento a la Ley Organica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial*. [En línea] 25 de Junio de 2012. [Citado el: 25 de Noviembre de 2013.] <http://www.aneta.org.ec/images/pdf/REGLAMENTO2012.pdf>.

RINCÓN, Mario J. 2010. *Transductores de velocidad*. [En línea] 2010. [Citado el: 20 de Septiembre de 2013.] <http://www.uhu.es/diego.lopez/ICI/Transductores%20de%20velocidad.pdf>.

TROYA, Sebastian. 2013. Ecuador-vial.com. *ecuador-vial web site*. [En línea] 23 de Julio de 2013. [Citado el: 28 de Octubre de 2013.] <http://www.ecuador-vial.com/siniestralidad-vial-en-el-ecuador#more-996>.

VILLAFUERTE, Kevin y ALCIVAR, Jonathan. 2012. Slideshare. *Sensor de velocidad VSS*. [En línea] 15 de Diciembre de 2012. [Citado el: 25 de Julio de 2013.] <http://www.slideshare.net/jontalci/sensor-de-velocidad-VSS>.

WIKIPEDIA. 2010. Fundación Wikimedia, Inc. *Carreteras de Ecuador*. [En línea] 20 de Abril de 2010. [Citado el: 16 de Julio de 2013.] http://es.wikipedia.org/wiki/Carreteras_de_Ecuador.

ANEXOS

Anexo A

Guía de usuario del sistema de limitación

- **Como encender**

El sistema de limitación se enciende cuando nos ubicamos en posición KOEO (keyon, engineon), ya que el sistema de limitación es un proceso dependiente del encendido del vehículo. Siempre deben estar los 2 en funcionamiento para su efectividad.



Fuente: Autor

- **Como iniciar**

Para iniciar únicamente es necesario únicamente seleccionar el modo de usuario, tanto como usuario básico o como administrador.

La condición determinante para el arranque del motor es seleccionar un modo previamente.



Fuente: Autor

Inicio como USUARIO BÁSICO

Para este proceso se realiza la selección de la opción y el sistema automáticamente sé que limitado a modo de zona urbana, como un tipo de seguridad para tener un usuario controlado.



Fuente: Autor

Inicio como ADMINISTRADOR

Al iniciar como administrador debemos ingresar un código secreto del cual tendrá conocimiento únicamente el propietario del vehículo, el cual debe garantizar su uso correcto.



Fuente: Autor

El modo administrador es el único que nos permite seleccionar los cambios de rango de limitación como son: zona urbana, zona perimetral, carretera abierta.

- **Como modificar**

Para modificar algún parámetro del sistema de limitación debemos de ingresar al programa como administrador, de tal manera que estamos autorizados para realizar algunas modificaciones a criterio del administrador

Cabe recalcar la responsabilidad que cae sobre el administrador sobre a exposición a multas o sanciones por sobrepasar límites de velocidad y rangos moderados



Fuente: Autor

Para modificar

- Ingresamos su clave secreta de administrador (XXXX).
- Luego nos sales el menú de las opciones de perímetros.

- Seguidamente se selecciona la zona.
- A continuación se establece los nuevos valores de velocidad en los rangos pre-establecidos.
- Finalmente se guardan los nuevos límites de velocidad para cuando se encienda el vehículo.

Cabe señalar que los límites preestablecidos son los que contempla el Reglamento la L.O.T.T.S.V.

Para la modificación de la medición del parámetro velocidad del vehículo se debe tener en cuenta únicamente el rin del vehículo; en dichos casos únicamente se debe tener en cuenta el rin de vehículo. Nuestro sistema de limitación se encuentra configurado inicialmente para un rin 13" con medidas del neumático 165 /80/60 la aplicación de nuestro sistema; para realizar modificaciones para diferentes rines solo se podrá hacer con la dirección del autor de la tesis o a su vez alguien que tenga conocimientos de programación en lenguaje microcode.

- **Tipos de errores**

El sistema de limitación tiene una fiabilidad muy considerable de un 95% con un margen de error del 5%.

El error más apreciable en el sistema de limitación es la velocidad del vehículo expresada en el velocímetro ubicado en el tablero de instrumentos, ya q existen varios factores que permiten que el real enviado por nuestro sensor digital es lo más próximo a lo real.

El desgaste de los neumáticos es un factor a tener en cuenta para el margen de error de nuestro sistema de limitación; en el parámetro de medición de la velocidad.

ANEXO B

Datasheet microcontrolador PIC 16F877A

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information about the following devices:

- PIC16F873A
- PIC16F874A
- PIC16F876A
- PIC16F877A

PIC16F873A/876A devices are available only in 28-pin packages, while PIC16F874A/877A devices are available in 40-pin and 44-pin packages. All devices in the PIC16F87XA family share common architecture with the following differences:

- The PIC16F873A and PIC16F874A have one-half of the total on-chip memory of the PIC16F876A and PIC16F877A
- The 28-pin devices have three I/O ports, while the 40/44-pin devices have five
- The 28-pin devices have fourteen interrupts, while the 40/44-pin devices have fifteen
- The 28-pin devices have five A/D input channels, while the 40/44-pin devices have eight
- The Parallel Slave Port is implemented only on the 40/44-pin devices

The available features are summarized in Table 1-1. Block diagrams of the PIC16F873A/876A and PIC16F874A/877A devices are provided in Figure 1-1 and Figure 1-2, respectively. The pinouts for these device families are listed in Table 1-2 and Table 1-3.

Additional information may be found in the PICmicro® Mid-Range Reference Manual (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip web site. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

TABLE 1-1: PIC16F87XA DEVICE FEATURES

Key Features	PIC16F873A	PIC16F874A	PIC16F876A	PIC16F877A
Operating Frequency	DC – 20 MHz			
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)			
Flash Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	256
Interrupts	14	15	14	15
I/O Ports	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E	Ports A, B, C	Ports A, B, C, D, E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Analog Comparators	2	2	2	2
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions
Packages	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN	28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin SSOP 28-pin QFN	40-pin PDIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP 44-pin QFN

PIC16F87XA

FIGURE 1-1: PIC16F873A/876A BLOCK DIAGRAM

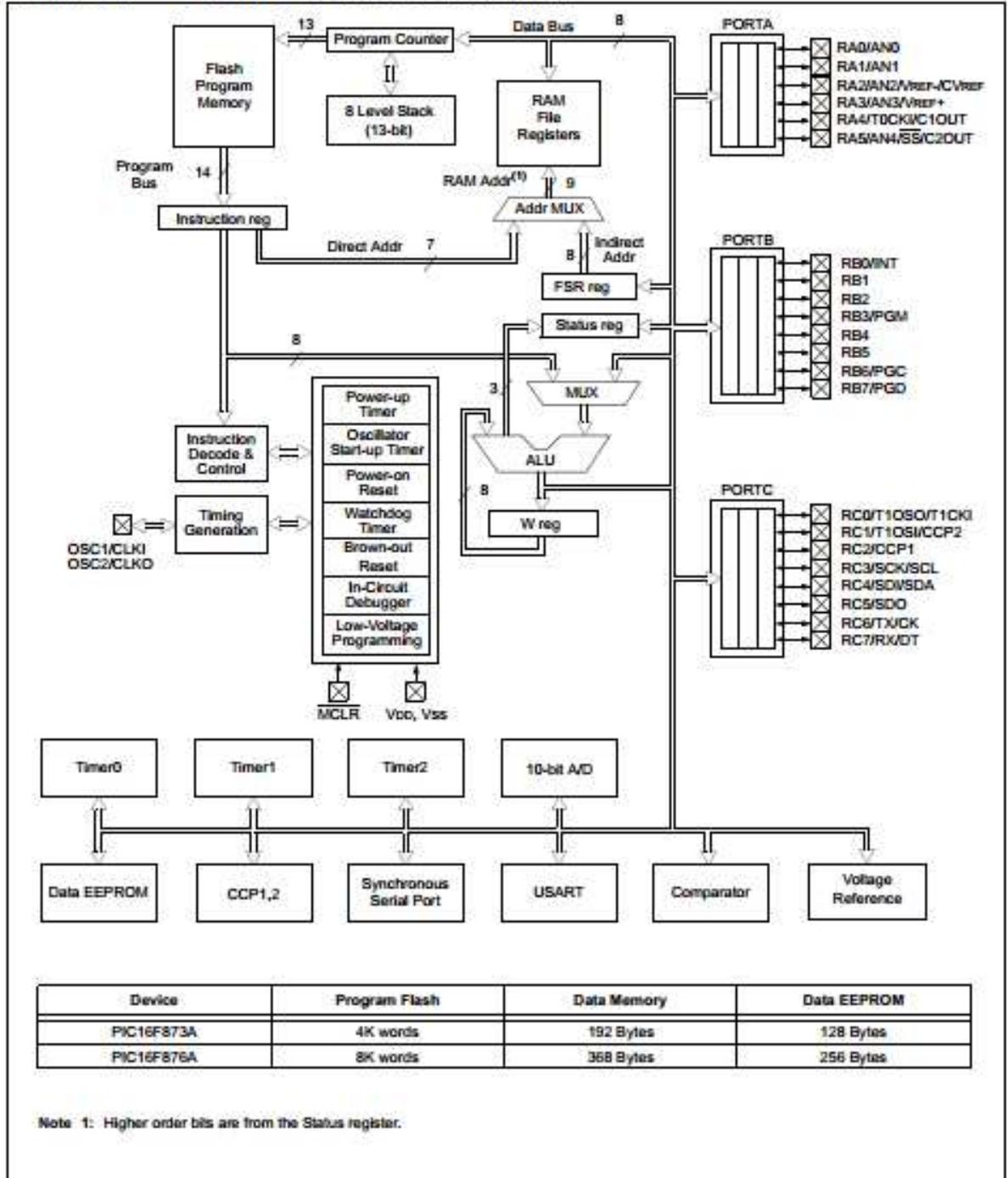
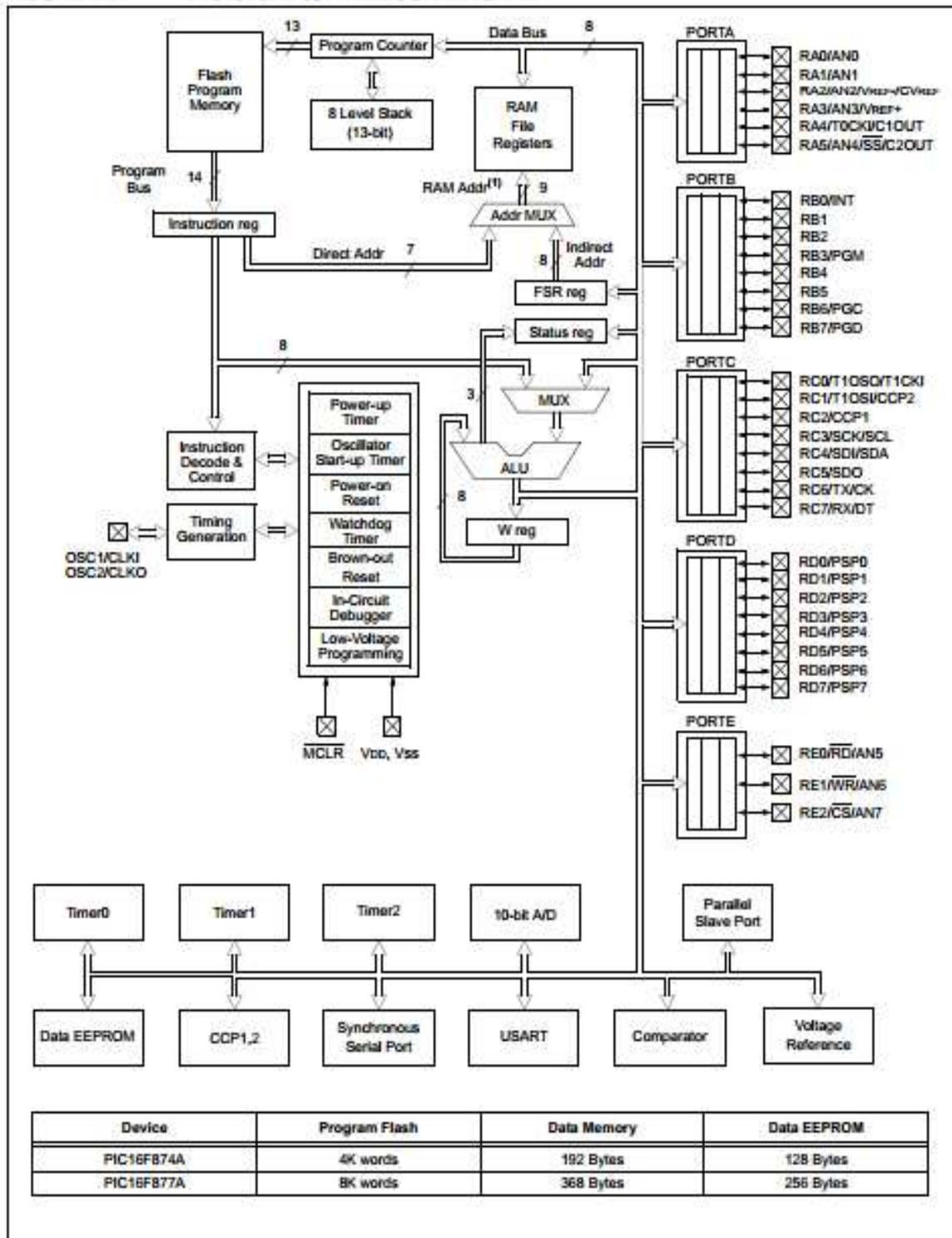


FIGURE 1-2: PIC16F874A/877A BLOCK DIAGRAM



PIC16F87XA

TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	13	14	30	32	I I	ST/CMOS ⁴⁾	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode; otherwise CMOS. External clock source input. Always associated with pin function OSC1 (see OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins).
OSC2/CLKO OSC2 CLKO	14	15	31	33	O O	—	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP MCLR VPP	1	2	18	18	I P	ST	Master Clear (input) or programming voltage (output). Master Clear (Reset) input. This pin is an active low Reset to the device. Programming voltage input.
RA0/AN0 RA0 AN0	2	3	19	19	I/O I	TTL	PORTA is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Analog input 0.
RA1/AN1 RA1 AN1	3	4	20	20	I/O I	TTL	
RA2/AN2/VREF-/CVREF RA2 AN2 VREF- CVREF	4	5	21	21	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 2. A/D reference voltage (Low) input. Comparator VREF output.
RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+	5	6	22	22	I/O I I	TTL	Digital I/O. Analog input 3. A/D reference voltage (High) input.
RA4/T0CKI/C1OUT RA4 T0CKI C1OUT	6	7	23	23	I/O I O	ST	Digital I/O = Open-drain when configured as output. Timer0 external clock input. Comparator 1 output.
RA5/AN4/SS/C2OUT RA5 AN4 SS C2OUT	7	8	24	24	I/O I I O	TTL	Digital I/O. Analog input 4. SPI slave select input. Comparator 2 output.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

PIC16F87XA

TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RB0/INT RB0 INT	33	36	8	9	I/O I	TTL/ST ⁽¹⁾	PORTB is a bidirectional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs. Digital I/O. External interrupt.
RB1	34	37	9	10	I/O	TTL	Digital I/O.
RB2	35	38	10	11	I/O	TTL	Digital I/O.
RB3/PGM RB3 PGM	36	39	11	12	I/O I	TTL	Digital I/O. Low-voltage ICSP programming enable pin.
RB4	37	41	14	14	I/O	TTL	Digital I/O.
RB5	38	42	15	15	I/O	TTL	Digital I/O.
RB6/PGC RB6 PGC	39	43	16	16	I/O I	TTL/ST ⁽²⁾	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming clock.
RB7/PGD RB7 PGD	40	44	17	17	I/O I/O	TTL/ST ⁽²⁾	Digital I/O. In-circuit debugger and ICSP programming data.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

PIC16F87XA

TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	15	16	32	34	I/O O I	ST	PORTC is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Timer1 oscillator output. Timer1 external clock input.
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	16	18	35	35	I/O I I/O	ST	Digital I/O. Timer1 oscillator input. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output.
RC2/CCP1 RC2 CCP1	17	19	36	36	I/O I/O	ST	Digital I/O. Capture1 input, Compare1 output, PWM1 output.
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	18	20	37	37	I/O I/O I/O	ST	Digital I/O. Synchronous serial clock input/output for SPI mode. Synchronous serial clock input/output for I ² C mode.
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	23	25	42	42	I/O I I/O	ST	Digital I/O. SPI data in. I ² C data I/O.
RC5/SDO RC5 SDO	24	26	43	43	I/O O	ST	Digital I/O. SPI data out.
RC6/TX/CK RC6 TX CK	25	27	44	44	I/O O I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous transmit. USART1 synchronous clock.
RC7/RX/DT RC7 RX DT	26	29	1	1	I/O I I/O	ST	Digital I/O. USART asynchronous receive. USART synchronous data.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

- Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

TABLE 1-3: PIC16F874A/877A PINOUT DESCRIPTION (CONTINUED)

Pin Name	PDIP Pin#	PLCC Pin#	TQFP Pin#	QFN Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RD0/PSP0 RD0 PSP0	19	21	38	38	IO IO	ST/TTL ⁽³⁾	PORTD is a bidirectional I/O port or Parallel Slave Port when interfacing to a microprocessor bus. Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD1/PSP1 RD1 PSP1	20	22	39	39	IO IO	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD2/PSP2 RD2 PSP2	21	23	40	40	IO IO	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD3/PSP3 RD3 PSP3	22	24	41	41	IO IO	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD4/PSP4 RD4 PSP4	27	30	2	2	IO IO	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD5/PSP5 RD5 PSP5	28	31	3	3	IO IO	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD6/PSP6 RD6 PSP6	29	32	4	4	IO IO	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RD7/PSP7 RD7 PSP7	30	33	5	5	IO IO	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Parallel Slave Port data.
RE0/RD/AN5 RE0 RD AN5	8	9	25	25	IO I I	ST/TTL ⁽³⁾	PORTE is a bidirectional I/O port. Digital I/O. Read control for Parallel Slave Port. Analog input 5.
RE1/WR/AN6 RE1 WR AN6	9	10	26	26	IO I I	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Write control for Parallel Slave Port. Analog input 6.
RE2/CS/AN7 RE2 CS AN7	10	11	27	27	IO I I	ST/TTL ⁽³⁾	Digital I/O. Chip select control for Parallel Slave Port. Analog input 7.
Vss	12, 31	13, 34	6, 29	6, 30, 31	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	11, 32	12, 35	7, 28	7, 8, 28, 29	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.
NC	—	1, 17, 28, 40	12, 13, 33, 34	13	—	—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.

Legend: I = input O = output IO = input/output P = power
 — = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in Serial Programming mode.
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC Oscillator mode and a CMOS input otherwise.

ANEXO C

Programación del microcontrolador.

```
*****  
  
'* Name : UNTITLED.BAS *  
  
'* Author : *  
  
'* Notice : *  
  
'* : All Rights Reserved *  
  
'* Date : 02/02/2012 *  
  
'* Version : 1.0 *  
  
'* Notes : *  
  
'* : *  
  
*****
```

```
@DEVICE_PIC16F877A_XT_OSC
```

```
@DEVICE_PIC16F877A_MCLR_OFF
```

```
ADCON1=7
```

```
defineLCD_DREGPORTD
```

```
DEFINE LCD_DBIT 0
```

```
DEFINE LCD_RSREGPORTD
```

```
DEFINE LCD_RSBIT 4
```

```
DEFINE LCD_EREGPORTD
```

```
DEFINE LCD_EBIT 5
```

```
NUMERO VAR BYTE
```

```
R VAR BYTE
```

```
LED VAR PORTA.1
```

RELE VAR PORTC.0

RPM VAR WORD

VEL VAR WORD

DVE VAR WORD

A VAR PORTB.0

B VAR PORTB.1

C VAR PORTB.2

D VAR PORTB.3

UNO VAR PORTB.4

DOS VAR PORTB.5

TRES VAR PORTB.6

CUATRO VAR PORTB.7

SETPRIME VAR BYTE

SETSEGUN VAR BYTE

SETTERCE VAR BYTE

SETCUART VAR BYTE

SETVELOC VAR BYTE

SETPAUSA VAR WORD

INICIO:

for r=1 to 2;programa del LED para saber si está funcionando

highLED

pause 1000

lowLED

pause 250

next

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$83,"ESCUELA DE"

LCDOUT \$FE,\$C3,"INGENIERIA"

LCDOUT \$FE,\$93,"AUTOMOTRIZ"

pause 1000

,*****GUARDA LA CLAVE DE
FABRICA*****

EEPROM 0,[1,2,3,4,50,700] ;CARGA LA CLAVE DE FABRICA EN LA EEPROM DESDE

,*****;LA DIRECCIÓN 0 EN
ADELANTE*****

RESET:

FOR R=1 TO 3

highLED

pause 200

lowLED

pause 50

next

READ 0,SETPRIME ;LEER EL DATO DE LA EEPROM 0 Y GUARDAR

READ 1,SETSEGUN ;LEER EL DATO DE LA EEPROM 1 Y GUARDAR

READ 2,SETTERCE ;LEER EL DATO DE LA EEPROM 2 Y GUARDAR

READ 3,SETCUART ;LEER EL DATO DE LA EEPROM 3 Y GUARDAR

READ 4,SETVELOC

READ 5,SETPAUSA

gotoOPCION

LIMITAR:

LOW RELE

COUNT PORTC.7,500,RPM

VEL=(rpm*309)/125

DVE=(rpm*309)//125

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$82,"LIMITADOR DE"

LCDOUT \$FE,\$C3,"VELOCIDAD"

LCDOUT \$FE,\$90,"VEL. MAX. ",DECSETVELOC,"KM/H"

LCDOUT \$FE,\$D2,"VEL. ",DEC vel," ",DEC DVE,"KM/H"

IF VEL>=SETVELOC THEN

 HIGH RELE: HIGH LED

 PAUSE SETPAUSA

 LOW RELE: LOW LED

 HIGH RELE: HIGH LED

 PAUSE SETPAUSA

 LOW RELE: LOW LED

endif

GOTO LIMITAR

GRABAUNO:

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$82,"LIMITADOR DE"

LCDOUT \$FE,\$C3,"VELOCIDAD"

LCDOUT \$FE,\$90,"ING NUEVA CLAVE"

gosubptecla:HIGHLED

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

WRITE 0,NUMERO

LCDOUT \$FE,\$D6,"*"

GRABADOS:

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

WRITE 1,NUMERO

LCDOUT \$FE,\$D7,"*"

GRABATRES:

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

WRITE 2,NUMERO

LCDOUT \$FE,\$D8,"*"

GRABACUATRO:

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

WRITE 3,NUMERO

LCDOUT \$FE,\$D9,"*"

GOTO RESET

GRABAVEL:

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$80,"SELEC. PERIMETRO"

LCDOUT \$FE,\$C0,"A.URBANO"

LCDOUT \$FE,\$90,"B.PERIMETRAL"

LCDOUT \$FE,\$D0,"C.CARRETERA"

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

IF NUMERO=10 THEN WRITE 4,50: WRITE 5,700

IF NUMERO=11 THEN WRITE 4,90: WRITE 5,500

IF NUMERO=12 THEN WRITE 4,100: WRITE 5,400

GOTORESET

BARRIDO:

low a ;sensar la fila A

if uno=0 then numero=1 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 1

if dos=0 then numero=2 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 2

if tres=0 then numero=3 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 3

if cuatro=0 then numero=10 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 4

high a

low b ;sensar la fila B

if uno=0 then numero=4 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 5

if dos=0 then numero=5 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 6

if tres=0 then numero=6 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 7

if cuatro=0 then numero=11 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 8

high b

low c ;sensar la fila C

if uno=0 then numero=7 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 9

if dos=0 then numero=8 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 0

if tres=0 then numero=9 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 10

if cuatro=0 then numero=12 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 11

high c

low d ;sensar la fila D

if uno=0 then numero=14 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 12

if dos=0 then numero=0 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 13

if tres=0 then numero=15 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 14

```
if cuatro=0 then numero=13 :return ;tecla pulsada retorne cargada con 15
```

```
high d
```

```
pause 25
```

```
goto barrido
```

```
.;*****programa de antirrebote de las teclas*****
```

```
PTECLA:
```

```
highLED ;genera sonido cada que se pulsa una tecla
```

```
pause 100 ;duracion de 100 milisegundos
```

```
lowLED ;apagar sonido y LED
```

```
ESPACIO: ;programa de antirrebote de teclas
```

```
if uno=0 then espacio ;si la tecla sigue pulsada ir a espacio
```

```
if dos=0 then espacio ;si la tecla sigue pulsada ir a espacio
```

```
if tres=0 then espacio ;si la tecla sigue pulsada ir a espacio
```

```
if cuatro=0 then espacio ;si la tecla sigue pulsada ir a espacio
```

```
pause 25
```

```
return ;retorna si se suelta la tecla
```

```
.;*****COMPARACIÓN DE  
CLAVES*****
```

```
TECLAUNO:
```

```
LCDOUT $FE,1
```

```
LCDOUT $FE,$82,"LIMITADOR DE"
```

```
LCDOUT $FE,$C3,"VELOCIDAD"
```

```
LCDOUT $FE,$91,"INGRESE CLAVE"
```

```
gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote
```

LCDOUT \$FE,\$D6,"*"

IF NUMERO=SETPRIME THEN TECLADOS

GOTO FALSO

TECLADOS:

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

LCDOUT \$FE,\$D7,"*"

IF NUMERO=SETSEGUN THEN TECLATRES

GOTO FALSO1

TECLATRES:

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

LCDOUT \$FE,\$D8,"*"

IF NUMERO=SETTERCE THEN TECLACUATRO

GOTO FALSO2

TECLACUATRO:

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

LCDOUT \$FE,\$D9,"*"

PAUSE 500

IF NUMERO=SETCUART THEN PROCESO

GOTO FALSO3

PROCESO:

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$82,"LIMITADOR DE"

LCDOUT \$FE,\$C3,"VELOCIDAD"

LCDOUT \$FE,\$90,"A.CAMBIAR CLAVE"

LCDOUT \$FE,\$D0,"B.CAMBIAR PERIM"

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

IF NUMERO=10 THEN GOSUBGRABAUNO

IF NUMERO=11 THEN GOSUBGRABAVEL

GOTOPROCESO

OPCION:

HIGH RELE

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$82,"LIMITADOR DE"

LCDOUT \$FE,\$C3,"VELOCIDAD"

LCDOUT \$FE,\$90,"A.USUARIO BASICO"

LCDOUT \$FE,\$D0,"B.ADMINISTRADOR"

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

IF NUMERO=10 THEN GOSUBLIMITAR

IF NUMERO=11 THEN GOSUBTECLAUNO

GOTOOPCION

*****LAZOS FALSOS TECLAS

ERRONEAS*****

FALSO:

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

LCDOUT \$FE,\$C7,"*"

FALSO1:

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

LCDOUT \$FE,\$C8,"*"

FALSO2:

gosubbarrido:gosubptecla ;ir a barrido y retorna a un antirrebote

LCDOUT \$FE,\$C9,"*"

PAUSE 500

FALSO3:

LCDOUT \$FE,1

LCDOUT \$FE,\$85,"CLAVE"

LCDOUT \$FE,\$C3,"INCORRECTA"

GOTO RESET

END

ANEXO D

Datos estadísticos de Ecuador vial



¿Sabía Ud. qué...? en el Ecuador, en el año 2009, en las 24 horas se produjeron 65 accidentes de tránsito que generaron 6 muertos y 50 heridos cada día...?

Sensibilizados ante el alto índice de accidentes de tránsito registrados en nuestro país, día a día alteran el bienestar y la tranquilidad de sus habitantes, quienes a través de www.ecuador-vial.com, nos permitimos poner a consideración de la comunidad el presente trabajo, que le permitirá involucrarse en el estudio y evolución estadística de los accidentes de tránsito en el Ecuador, y el número de víctimas generados por los mismos en los últimos tres años, basados en los datos que maneja la Comunidad Andina, la Agencia Nacional de Tránsito, la Policía Nacional, y la Comisión de Tránsito del Ecuador, con el fin de contribuir al mejoramiento de la Seguridad en el Tránsito y así proyectamos a mejorar la calidad de vida de nuestras familias y la comunidad.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) manifiesta que en el mundo se pierden aproximadamente 1.3 millones de personas la vida cada año, a consecuencia de los traumatismos causados por los accidentes de tránsito. El 90% de estas muertes ocurren en países de ingresos bajos y medios, y se relacionan básicamente con el aumento del parque automotor. Así mismo, prevé que si esta tendencia continúa, para el año 2030, los traumatismos causados por los accidentes de tránsito que ocupan la novena causa de defunción, pasarán a ocupar el quinto lugar en el mundo.

El primer "INFORME SOBRE LA SITUACIÓN MUNDIAL DE LA SEGURIDAD VIAL" fue publicado en el año 2009 por la Organización Mundial de la Salud. subraya dos hechos importantes:

como objetivo estabilizar y posteriormente reducir las cifras de víctimas mortales en los accidentes de tránsito en todo el mundo.

Recuerde:

"LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO CONSTITUYEN UN PROBLEMA DE INTERÉS PÚBLICO"

SINIESTRALIDAD VIAL EN EL ECUADOR

POBLACION:

AÑOS:	2010	2011	2012
POBLACIÓN DEL ECUADOR	14'483.499	15'223.680*	15'700.000
PARQUE AUTOMOTOR	1'675.124	1'886.743**	1'900.000

* Hasta julio/2011

** Se registran hasta el mes de septiembre.

*** Datos proyectados

El parque automotor ecuatoriano cerró el año 2012 con aproximadamente 1,9 millones de vehículos. De ellos, alrededor del 27% se registran en la ciudad de Quito y en Guayaquil, seguidos de Cuenca y Ambato con el 5,6% y 3,7% del total de vehículos, respectivamente.

ACCIDENTES DE TRÁNSITO:

AÑOS:	2.009	2010	2011	2012
TOTAL:	21.528	25.588	24.625	24.625

TOTAL:	25.588	24.526	23.8
---------------	---------------	---------------	-------------

MUERTOS EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO:

AÑOS	2.009	2010	2011	2012
TOTAL:	1.998	2.313	2.049	2.237

PROVINCIAS CON MAYOR ÍNDICE DE MUERTOS POR ACCIDENTES DE TRÁNSITO:

PROVINCIAS	2010	2011	2012
GUAYAS	630	521	527
PICHINCHA	309	261	289
LOS RÍOS	165	150	191
MANABI	180	138	142
COTOPAXI	172	114	110
OTROS	857	865	978
TOTAL:	2.313	2.049	2.237

Las provincias con mayor índice de muertos por accidentes de tránsito, en su orden, son Guayas, Pichincha, Los Ríos, Manabí y Cotopaxi.

HERIDOS EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO:

AÑOS	2.009	2010	2011	2012
TOTAL:		20.031	19.113	18.8

TOTAL:	20.031	19.113	18.
---------------	---------------	---------------	------------

* En el año 2.011 en el cuarto lugar se ubica la Provincia del Azuay con 914 heridos.

ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR CAUSAS PROBABLES:

CAUSA	2010	2011
IMPERICIA / IMPRUDENCIA DEL CONDUCTOR	13.088	11.203
EXCESO DE VELOCIDAD	3.685	3.518
EMBRIAGUEZ	2.633	2.437
INVADIR CARRIL	1.640	2.201
IMPRUDENCIA DE INVOLUCRADOS (NO CONDUCTORES)	1.251	2.130
NO RESPETAR LAS SEÑALES DE TRANSITO	856	1.512
OTRAS CAUSAS *	2.435	1.625
TOTAL:	25.588	24.626

* En otras causas se consideran: Daños mecánicos; casos fortuitos; causas en investigación; vehículos mal estacionados y pasarse el semáforo en rojo.

** En el año 2012, la embriaguez del conductor se ubica en el segundo lugar como causa.

ACCIDENTES DE TRANSITO POR TIPO:

TIPO	2010	2011
CHOQUE	11.351	10.968
ATROPELLO	4.538	4.259
ESTRELLAMIENTO	3.898	3.798
ROZAMIENTO	1.698	1.750
VOLCAMIENTO	1.298	1.107
ENCUNETAMIENTO	1.120	1.189

CAÑAR	113,77	113,03	
CARCHI	105,39	110,72	
CHIMBORAZO	173,23	140,81	
COTOPAXI	142,47	128,00	
EL ORO	92,50	87,47	
ESMERALDAS	63,44	56,98	
GALÁPAGOS	131,36	94,07	
GUAYAS	243,02	228,39	
IMBABURA	163,18	159,08	
LOJA	125,52	145,99	
LOS RIOS	114,46	95,27	
MANABI	91,03	94,76	
MORONA SANTIAGO	94,67	71,09	
NAPO	153,34	160,71	
ORELLANA	79,83	89,58	
PASTAZA	189,66	222,34	
PICHINCHA	209,67	198,13	
SANTA ELENA	89,24	92,27	
SANTO DOMINGO	205,86	170,70	
SUCUMBIOS	62,33	91,90	
TUNGURAHUA	226,89	221,05	
ZAMORA CHINCHIPE	159,67	114,67	

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito, Comisión de Tránsito del Ecuador, INEC

Nota: se usaron las proyecciones poblacionales del Instituto Nacional de Estadísticas y

TASA DE MORTALIDAD POR PROVINCIAS: (X/100 MIL HABITANTES)

PROVINCIAS	2010	2011	
AZUAY	10,68	10,75	
BOLIVAR	15,66	14,97	
CAÑAR	12,72	9,16	

ORELLANA	13,79	17,06	27
PASTAZA	8,10	13,48	22
PICHINCHA	11,58	9,58	10
SANTA ELENA	10,06	8,89	15
SANTO DOMINGO	25,10	23,50	22
SUCUMBIOS	9,93	16,12	20
TUNGURAHUA	21,18	18,85	20
ZAMORA CHINCHIPE	14,71	24,57	13

TASA DE MORBILIDAD POR PROVINCIAS: (X/100 MIL HABITANTES)

PROVINCIAS	2010	2011	2012
AZUAY	108,99	121,30	107,99
BOLIVAR	80,89	93,45	111,30
CAÑAR	128,07	113,63	75,00
CARCHI	115,87	87,08	107,00
CHIMBORAZO	169,03	146,63	133,00
COTOPAXI	160,60	134,50	111,00
EL ORO	71,22	54,69	73,00
ESMERALDAS	80,30	52,53	61,00
GALÁPAGOS	135,22	82,78	40,00
GUAYAS	160,64	148,06	161,00
IMBABURA	136,83	133,84	141,00
LOJA	78,90	111,13	85,00
LOS RIOS	119,30	85,24	107,00
MANABI	92,94	93,79	84,00
MORONA SANTIAGO	120,79	97,75	79,00
NAPO	200,09	148,84	151,00

PAIS	2007	2008	2009	2010	2011
BOLIVIA	36.079	39.874	41.882	39.035	39.407
COLOMBIA	185.270	185.733	177.801	170.130	177.949
ECUADOR	19.598	19.565	21.528	25.588	24.625
PERÚ	79.972	85.337	86.026	83.653	84.495
COM.ANDINA	320.919	330.609	327.237	318.406	326.476

Fuente: Secretaría General de la Comunidad Andina:

ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR C/100 MIL HABITANTES:

PAIS	2007	2008	2009	2010
BOLIVIA	367	398	410	374
COLOMBIA	422	421	400	376
ECUADOR	144	142	154	180
PERÚ	281	296	295	284
COM.ANDINA	335	342	335	321

Fuente: Secretaría General de la Comunidad Andina. Estadística.

* No se encontraron datos comparativos del año 2.012

Durante el año 2011, en la Comunidad Andina se presentó una disminución de accidentes por cada cien mil habitantes, respecto al año anterior, al pasar de 275 en el año 2010 a 275 en el año 2011.

Asimismo, en el año 2011, Bolivia y Ecuador registraron disminuciones de 3 y 9 por ciento, respectivamente, por cada cien mil habitantes, respectivamente. En tanto, Perú se mantiene sin cambios.

MUERTOS EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE:

Fuente: Secretaría General de la Comunidad Andina:

MUERTOS EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO POR C/100 MIL HABITANTES

PAIS	2007	2008	2009	2010
BOLIVIA	11	12	10	12
COLOMBIA	13	13	13	11
ECUADOR	14	11	14	16
PERÚ	12	12	11	10
COM.ANDINA	13	12	12	12

Fuente: Secretaría General de la Comunidad Andina. Estadística.

* No se encontraron datos comparativos del año 2.012

En el año 2011, la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito en la Comunidad Andina aumentó en 1 muerto por cada 100 mil habitantes, respecto al año 2010. Asimismo, en el año 2011, Colombia, Perú y Bolivia muestran incrementos de 3, 2 y 1 muertos por cada 100 mil habitantes, respecto a lo observado en el año 2010. En tanto, Ecuador registró un aumento en 2 muertos por cada 100 mil habitantes. Por otro lado, en el año 2011, Colombia registró 36.681 muertos por cada 100 mil habitantes cada uno, el más alto de los países andinos, le siguen Bolivia y Perú con 13 y 12 muertos por cada 100 mil habitantes respectivamente.

HERIDOS EN ACCIDENTES DE TRÁNSITO TERRESTRE:

PAIS	2007	2008	2009	2010	2011
BOLIVIA	13.481	13.309	12.934	13.673	15.077
COLOMBIA	44.702	45.888	39.167	36.681	34.654
ECUADOR	12.034	12.740	15.034	20.172	19.231

PAIS	2007	2008	2009	2010	2011
BOLIVIA	137	133	126	131	142
COLOMBIA	102	103	80	77	85
ECUADOR	88	92	107	142	133
PERÚ	175	172	166	169	165
COM. ANDINA	125	125	114	119	121

Fuente: Secretaría General de la Comunidad Andina. Estadística.

* No se encontraron datos comparativos del año 2.012

Los heridos en accidentes de tránsito por cada 100 mil habitantes en la Comunidad Andina durante el año 2011, fueron 121, representando un aumento de 2 heridos por cada 100 mil habitantes, respecto al año 2010. Los países que presentaron incrementos fueron Bolivia y Colombia con 11 y 8 heridos por cada 100 mil habitantes. Contrariamente, Ecuador y Perú registraron disminuciones de 9 y 4 heridos por cada 100 mil habitantes, respecto al año anterior.