



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

TEMA:

**SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE VELOCIDAD
MÁXIMA Y GPS EN UN VEHÍCULO**

AUTORES: Quitama Quilumba Franklin Arnulfo
Tulcán Hernández Hugo Javier

DIRECTOR: Ing. Carlos Segovia

Ibarra, 2017

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En calidad de Director del Plan de Trabajo de Grado, previo la obtención del Título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, que fue nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias y Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez ya analizado y validado el plan de trabajo de grado cuyo título es **“Sistema de control electrónico de velocidad máxima y GPS en un vehículo”** que es presentado por los siguientes señores: **Quitama Quilumba Franklin Arnulfo** con de cédula **040178216-4** y **Tulcán Hernández Hugo Javier** con número de cédula **040177131-6**, doy fe que dicho trabajo si reúne los requisitos y méritos suficientes para que sean sometidos a la presentación pública y evaluación por parte de los señores del jurado examinador designado.

En la ciudad de Ibarra, a los 07 días del mes de mayo del 2017.

Atentamente:

Ing. Carlos Segovia

Director del trabajo de grado



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040178216-4 / 040177131-6
APELLIDOS Y NOMBRES:	QUITAMA QUILUMBA FRANKLIN ARNULFO TULCÁN HERNÁNDEZ HUGO JAVIER
DIRECCIÓN:	CARCHI-MIRA
EMAIL:	frankquitama@hotmail.com hugotulcan@yahoo.es
TELÉFONO FIJO: 062280 877	TELÉFONO MÓVIL: 0999875126/0967093835
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE VELOCIDAD MÁXIMA Y GPS EN UN VEHÍCULO”
AUTOR:	QUITAMA QUILUMBA FRANKLIN ARULFO TULCÁN HERNÁNDEZ HUGO JAVIER
FECHA	2017/05/07
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	PREGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
ASESOR/DIRECTOR	ING. CARLOS SEGOVIA

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Franklin Arnulfo Quitama Quilumba** con cédula de identidad Nro. **040178216-4** y **Hugo Javier Tulcán Hernández** con cédula de identidad Nro. **040177131-6**, en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 07 días del mes de mayo de 2017.

AUTORES

.....
.....
.....

Firma
Franklin Arnulfo Quitama Quilumba
040178216-4

.....
.....
.....
Firma
Hugo Javier Tulcán Hernández
040177131-6

ACEPTACIÓN:

.....
.....

Firma

.....
.....
.....

Nombre

Cargo: Jefe de biblioteca

Facultado por resolución de Concejo Universitario



**CESIÓN DE DERECHOS
DE AUTOR DEL TRABAJO
DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA
DEL NORTE**

Yo, **Franklin Arnulfo Quitama Quilumba** con cédula de identidad Nro. **040178216-4** y **Hugo Javier Tulcán Hernández** con cédula de identidad Nro. **040177131-6**, manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominado "**Sistema de control electrónico de velocidad máxima y GPS en un vehículo**" que ha sido desarrollado para optar por el título de: **Ingeniería en Mantenimiento Automotriz** en la Universidad Técnica del Norte quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.


.....

Firma

Franklin Arnulfo Quitama Quilumba

Nombre

040178216-4

C.C


.....

Hugo Javier Tulcán Hernández

040177131-6

Ibarra, a los 07 días del mes de mayo de 2017.

DEDICATORIAS

A mis padres Manuel Quitama y María Quilumba por ser quienes me dieron la vida, me han formado con hábitos y valores los cuales me han ayudado a salir adelante en mis estudios a pesar de las adversidades presentadas en mi vida. A mi Virgen de la Caridad que me ha guiado por el camino correcto dándome la oportunidad de ser una persona útil para la sociedad. A mis hermanos, sobrinos, cuñados y en especial a mi novia Wendy Pozo por su apoyo incondicional, siendo la razón de mi preparación para un futuro servicial en lo académico y personal. A todas las personas que han estado pendientes de mi vida universitaria quienes siempre me han brindado palabras de aliento para seguir adelante.

Franklin Arnulfo Quitama Quilumba

El presente trabajo de grado se lo dedico a mi familia, un reconocimiento especial a mis padres quienes han sido un apoyo fundamental en el transcurso de mi carrera profesional, pilares de mi hogar y de mi vida en general, estoy seguro que, sin su esfuerzo, su dedicación hacia mí, sus consejos y apoyo no hubiera logrado el gran objetivo de culminar mis estudios universitarios.

Hugo Javier Tulcán Hernández

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a Dios por habernos brindado salud y vida para poder culminar con éxito nuestra carrera universitaria y culminar este gran objetivo en nuestra vida.

A nuestros maestros, en especial a nuestro Director de Tesis el Ing. Carlos Segovia por compartir y guiarnos por los buenos caminos del conocimiento.

Debemos manifestar nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Técnica del Norte en especial a la Facultad de Ingeniería en Ciencias y Aplicadas por abrirnos las puertas de sus instalaciones para terminar nuestros estudios con éxito.

A nuestras familias quienes han permitido el logro de todos nuestros anhelos al brindarnos su apoyo, comprensión y cariño en todo momento.

Franklin Arnulfo Quitama Quilumba
Hugo Javier Tulcán Hernández

ÍNDICE GENERAL

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	III
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	IV
CESIÓN DE DERECHOS	VI
DEDICATORIAS	VII
AGRADECIMIENTOS	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
RESUMEN	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPÍTULO I.....	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Formulación del problema.....	3
1.4 Delimitación	3
1.4.1 Temporal	3
1.4.2 Espacial	3
1.5 Objetivos.....	3
1.5.1 Objetivo general.....	3
1.5.2 Objetivos específicos	3
1.6 Justificación	3
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 Sistema de diagrama	5
2.2 Partes del sistema del mando eléctrico del acelerador	6
2.2.1 Sensor del acelerador electrónico.....	6
2.2.2 Sensor magnético.....	7
2.2.2.1 Valoración del sensor magnético	8

2.2.3 Sensor hall.....	8
2.2.3.1 Valoración del sensor hall.....	9
2.2.4 Sensores ópticos.	10
2.2.4.1 Valoración del sensor óptico.....	11
2.2.5 Sensor resistivo	11
2.2.5.1 Valoración del sensor resistivo	12
2.2.5.2 Resultado del análisis.....	12
2.3 Elección del sensor del mando de acelerador eléctrico.....	13
2.4. Servo motor	14
2.4.1 Servomotor de transmisión directa.....	17
2.4.2 Características de los servomotores de transmisión directa.....	17
2.4.3 Potenciómetro.....	18
2.5 Sistema de inyección de combustible	18
2.5.1 Componentes del sistema de inyección de combustible	18
2.5.1.1 Depósito de combustible	19
2.5.1.2 Bomba de combustible.	20
2.5.1.3 Filtro de combustible.....	20
2.5.1.4 Tuberías de alimentación de combustible.....	21
2.5.1.5 Regulador de presión	21
2.5.1.6 Inyector.....	22
2.5.1.7 Unidad de comando electrónico	23
2.6 Microcontrolador	24
2.6.1 Modelo del microcontrolador	25
2.7 Arduino	25
2.7.1 El origen de Arduino	26
2.7.2 Características del micro de la placa de Arduino	26
2.8 Pines del Arduino.....	27
2.8.1 14 Pines de E/S digital (pines 0 a 13)	27
2.8.2 6 Pines de entrada analógicos (pines 0 a 5)	27
2.8.3 6 Pines de salida analógicos (pines 3, 5, 6, 9, 10 y11).....	27
2.9 Sistema embebido	27
2.10 Herramientas clásicas.....	28
2.10.1 Polímetro	28
2.10.2 Soldador	28

2.10.3 Estaño	28
2.10.4 Pinzas.....	29
2.10.5 Alicates de corte	29
2.10.6 Tijeras.....	29
2.10.7 Destornillador.....	29
2.10.8 Interruptores y pulsadores	29
2.10.9 Accesorios	30
2.11 La placa protoboard.....	30
2.12 Los interruptores	30
2.13 Los LEDS	30
CAPÍTULO III.....	31
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	31
3.1 Tipos de Investigación	31
3.1.1 Investigación bibliográfica	31
3.1.2 Investigación tecnológica.....	31
3.2 Métodos.....	31
3.3 Técnicas e Instrumentos	32
CAPÍTULO IV	33
4. PROPUESTA: PROCESO Y RESULTADOS.....	33
4.1 Programación del GPS	33
4.2 LCD	36
4.3 Cuerpo de aceleración electrónico.....	42
4.3.1 Pedal electrónico	42
4.3.2 Cuerpo de aceleración electrónica.....	42
4.3.3 Conexión de un prototipo	43
4.3.4 Conexión del cuerpo de aceleración	44
4.4 Haltech Sport 1000	45
4.5 Programación Arduino con acelerador electrónico.....	46
4.6 Elección de vehículo para prueba de corte de aire en ciudad y carretera	51
4.7 Corte de combustible a los inyectores.....	53
4.8 Corte de señal por medio de GPS	54
4.8.1 Inhabilitación a la bomba de combustible	55

4.8.2	Proceso de inhabilitación de combustible	55
4.9	Elección de vehículos para pruebas en carretera	58
4.10	Modificación de parámetros en el programa Arduino	61
4.10.1	Condiciones de operación del dispositivo instalado en el vehículo.....	62
4.11	Pruebas de funcionamiento en el automóvil Volkswagen.....	62
4.11.1	Prueba de corte de combustible en ciudad	63
4.11.2	Prueba de corte de combustible en carretera	63
4.12	Pruebas de funcionamiento en la camioneta Mazda BT-50	64
4.12.1	Pruebas de funcionamiento en ciudad	65
4.12.2	Pruebas de funcionamiento en carretera	67
4.13	Pruebas de funcionamiento en el automóvil Chevrolet Spark	70
4.13.1	Pruebas de funcionamiento en ciudad vehículo Spark.....	71
4.13.2	Pruebas de funcionamiento en carretera	73
CAPÍTULO V		77
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
5.1	Conclusiones	77
5.2	Recomendaciones	78
5.3	Bibliografía.....	79
ANEXOS.....		82
Anexo 1 Fotografías.....		82
Anexo 2 Mando eléctrico del acelerador		85
Anexo 3 Programación acelerador electrónico.....		86
Anexo 4 Programación GPS		92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Causas de accidentes a nivel nacional en el 2015	2
Tabla 2	Valoración	13
Tabla 3	Estimación de sensores	13
Tabla 4	Dispositivos de entrada y salida de la ECU	24
Tabla 5	Datos técnicos del Volkswagen Golf	52
Tabla 6	Datos técnicos del Volkswagen Golf	58
Tabla 7	Datos técnicos Mazda BT-50	59
Tabla 8	Datos técnicos Chevrolet Spark	60
Tabla 9	Valores de las pruebas en el vehículo Mazda BT-50.....	70
Tabla 10	Valores de las pruebas en el automóvil Chevrolet Spark.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema del diagrama	5
Figura 2 Sensor magnético de inducción	7
Figura 3 Sensor hall.....	9
Figura 4 Sensores ópticos	10
Figura 5 Sensor resistivo.	12
Figura 6 Sensor de aceleración eléctrico de rotación.....	14
Figura 7 Desarme de la pieza de aceleración	15
Figura 8 Prueba del brazo de accionamiento	15
Figura 9 Periodo de prueba sin peso	16
Figura 10 Periodo de prueba con un peso de 0,06587 kg.....	16
Figura 11 2do periodo de prueba con un peso de 0,0123kg.	17
Figura 12 Componentes sistema de inyección de combustible	19
Figura 13 Bomba eléctrica de gasolina	20
Figura 14 Filtro de combustible.....	21
Figura 15 Regulador de presión.....	22
Figura 16 Regulador de presión.....	22
Figura 17 ECU	23
Figura 18 Modelo del microcontrolador	25
Figura 19 Placa de arduino	26
Figura 20 Módulo GPS	33
Figura 21 Programación del GPS y LCD.....	34
Figura 22 Ide del arduino	34
Figura 23 Programa	35
Figura 24 Tarjeta arduino.....	36
Figura 25 Datas	36
Figura 26 LCD	37
Figura 27 Esquema de conexión LCD	37
Figura 28 Conexión del LCD.....	38
Figura 29 Programación de variables	38
Figura 30 Culminación de la programación	39
Figura 31 Prueba de datos.....	40
Figura 32 Instalación en la caja 3D	40

Figura 33 Conexión de relé.....	40
Figura 34 Modificación de datos	41
Figura 35 Pruebas de funcionamiento en el vehículo	41
Figura 36 Cambios variables a GPS.....	41
Figura 37 Pedal electrónico	42
Figura 38 Cuerpo de acelerador electrónico	43
Figura 39 Maqueta auxiliar de prototipo.....	43
Figura 40 Conexión del pedal de acelerador.....	44
Figura 41 ECU	44
Figura 42 Sistema de acelerador con cable	45
Figura 43 Haltech sport 1000.....	45
Figura 44 Selección del vehículo	46
Figura 45 Programación arduino con acelerador electrónico	47
Figura 46 Potenciómetro lineal	47
Figura 47 Protoboard.....	48
Figura 48 Tarjeta arduino.....	48
Figura 49 Programación GPS	49
Figura 50 Instalación del circuito.....	50
Figura 51 Construcción del circuito	50
Figura 52 Comprobación del funcionamiento.....	51
Figura 53 Elaboración del circuito	51
Figura 54 Corte de señal.....	53
Figura 55 Software.....	54
Figura 56 diagrama de prototipo	55
Figura 57 Esquema electrico funcionamiento bomba.....	57
Figura 58 Esquema eléctrico inhabilitación bomba	57
Figura 59 Selección del vehículo	59
Figura 60 Selección del segundo vehículo.....	60
Figura 61 Selección del tercer vehículo	61
Figura 62 Modificación de datos	61
Figura 63 Cambios variables a GPS.....	62
Figura 64 Prueba dentro de ciudad.....	63
Figura 65 Prueba en carretera	64
Figura 66 Instalación del GPS en el interior del vehículo	64

Figura 67 Modificación de parametros de funcionamiento	65
Figura 68 Modificación de velocidad para ciudad 35km/h.	65
Figura 69 Parámetros de funcionamiento	66
Figura 70 Modificación de velocidad para ciudad 40km/h.	66
Figura 71 Parámetros de funcionamiento en el scanner	67
Figura 72 Ingreso de nuevos parámetros de funcionamiento.....	68
Figura 73 Valores de las rpm a una velocidad de 90km/h.....	68
Figura 74 Valor de nueva velocidad para carretera.....	69
Figura 75 Valores de las rpm a una velocidad de 100km/h.....	69
Figura 76 Instalación del gps en el vehículo spark.....	70
Figura 77 Parámetros de funcionamiento	71
Figura 78 Modificación de velocidad para ciudad 39km/h.	71
Figura 79 Parámetros de funcionamiento a 39km/h.	72
Figura 80 Velocidad para ciudad 40km/h.	72
Figura 81 Parámetros de funcionamiento a 40km/h.	73
Figura 82 Ingreso de nuevos parámetros de funcionamiento para carretera....	74
Figura 83 Valores de las rpm a una velocidad de 45km/h.	74
Figura 84 Valor de nueva velocidad para carretera 57km/h.	75
Figura 85 Valores de las rpm a una velocidad de 57km/h.	75
Figura 86 Prueba de datos GPS	82
Figura 87 Preparación para su instalación	82
Figura 88 Conexión de relé.....	83
Figura 89 Caja 3D.....	83
Figura 90 Configuración lcd con computador	84
Figura 91 Instalación de los elementos en la placa arduino	84
Figura 92 Mando eléctrico de acelerador	85

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló la especificación del diseño y construcción del sistema de control electrónico de velocidad máxima y Sistema de Posición Global (GPS), permitiendo el estudio de la zona urbana y rural mediante su funcionamiento. Para la instalación del dispositivo la programación es un paso muy importante; porque, principalmente se desarrolló la comunicación del módulo GPS y la plataforma de hardware libre Arduino. Con el fin de disminuir los accidentes e infracciones de tránsito y multas severas se desarrollaron pruebas de campo tanto en las zonas urbanas y rurales, obteniendo resultados positivos al momento de montar el sistema de control electrónico de velocidad máxima. Primero se analiza el problema de investigación, que está conformado por distintos factores importantes como; antecedentes, planteamiento y formulación del problema, objetivo general y específicos, así como también delimitación temporal y espacial, finalizando con la justificación, seguidamente se incluye el marco teórico, en el que se muestran conceptos utilizados en la investigación, sensores, microcontrolador, GPS sus características y su funcionamiento, pedal electrónico y cuerpo de aceleración entre otros componentes, esto sirve de una guía para el análisis y el desarrollo del proyecto, a continuación la metodología de la investigación para el desarrollo de trabajo de grado, indicando el tipo de investigación, métodos, técnicas e instrumentos aplicados para el desarrollo del proyecto y alcance del objetivo principal. En la propuesta se detallada las pruebas que se realizó en diferentes vehículos, iniciando con el corte de aire por medio del conjunto de aceleración electrónico dando como resultado fallido por la falta de tiempo y complejidad de manipulación de los componentes electrónicos del vehículo generando códigos de falla en la computadora principal del automotor, seguidamente se realizó la prueba de corte de combustible y se consiguió resultados exitosos. La programación se realizó con los valores de velocidad expuestos en el Art. 191 del Código Orgánico Integral Penal (COIP), los límites máximos y rangos moderados de velocidad vehicular permitidos en las vías públicas, con excepción de trenes y autocarriles, son para vehículos livianos en el sector urbano 50 km/h y en el sector perimetral 90 km/h. Mediante el valor de velocidad otorgado por el GPS se logró controlar la alimentación de combustible evitando que el vehículo no sobrepase la velocidad especificada, finalmente se muestran las conclusiones y recomendaciones que deja esta investigación, en la parte final se detalla la bibliografía empleada y anexos de gran importancia como los códigos de programación.

ABSTRACT

In the present work the specification of the design and construction of the electronic control system of maximum speed and Global Positioning System (GPS) was developed, allowing the study of the urban and rural area through its operation. Programming for the device is a very important step; because, mainly developed the GPS module communication and the free hardware platform Arduino. In order to reduce accidents and traffic infractions and severe fines, field tests were carried out in both urban and rural areas, obtaining positive results when setting up the electronic speed control system. Chapter 1 discusses the research problem, which is made up of several important factors such as; Background, formulation and formulation of the problem, general objective and specific, as well as temporal and spatial delimitation, ending with justification, chapter II includes the theoretical framework, which shows concepts used in research, sensors, microcontroller, GPS its characteristics and its operation, electronic pedal and acceleration body among other components, this serves as a guide for the analysis and development of the project. In chapter III the research methodology for the development of grade work, indicating the type of research, methods, techniques and instruments applied to the development of the project and scope of the main objective. Chapter IV shows the detailed development of the tests performed in different vehicles, starting with the air cut through the electronic acceleration set resulting in failed by the complexity of handling of the electronic components of the vehicle generating fault codes in The main computer of the automotive, followed the test of cut of fuel and was obtained successful results. The programming was done with the velocity values set forth in Article 191 of the Integrated Criminal Code (COIP), the maximum limits and moderate ranges of vehicular speed allowed on public roads, with the exception of trains and railroads, are for light vehicles in the urban sector 50 km / h and in the perimeter sector 90 km / h. By means of the speed value granted by the GPS, it was possible to control the fuel supply avoiding that the vehicle does not exceed the speed specified, finally in chapter V show the conclusions and recommendations left by this investigation, in the final part the bibliography And attachments of major importance such as programming codes.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo principal el diseño y construcción de un sistema de control electrónico de velocidad máxima y GPS en un vehículo con la finalidad de establecer un control de velocidad en las vías urbanas y rurales, logrando de esta manera disminuir los accidentes y multas de tránsito hacia los conductores.

En la actualidad se han equipado sistemas de control electrónicos de aceleración en los vehículos, ya que garantizan mejor seguridad de trabajo conjuntamente con el computador que disponen algunos vehículos que conectados entre sí logran un mejor desempeño de trabajo del motor, mejoría en la eficiencia de combustible y comodidad para el conductor por el reemplazo del sistema de aceleración de tipo mecánico a electrónico.

Se estudió el tipo de mando mecánico para establecer los cambios necesarios para el tipo de mando electrónico, en donde se detallan las características de los elementos: unidad electrónica de control, sensor de posición de pedal de acelerador y servo motor. También se analizó el sistema de GPS, siendo éste un dispositivo de radionavegación basado en satélites que permiten verificar la localización, la altura y la velocidad en cualquier condición de temperatura en diferentes partes del mundo, el Arduino es una plataforma de hardware libre que consta de una placa de entradas y salidas simples con un entorno de desarrollo el cual está basado en un lenguaje de programación, pudiendo ser utilizado en la construcción de objetos interactivos como también en diferentes actividades y proyectos que se requieran realizar.

Se realizó un análisis de funcionamiento del sistema mecánico de aceleración de un vehículo, resultando en el análisis de todos los elementos electrónicos necesarios como también de las adaptaciones mecánicas requeridas para desplegar hacia la elaboración del nuevo sistema de control electrónico.

A través de esta investigación se desarrolló un sistema de control electrónico de velocidad máxima y GPS para un vehículo, este dispositivo fue adaptado y

comprobado en el vehículo Volkswagen Golf año 2005 para realizar las pruebas de funcionamiento con el fin de eliminar los problemas de los elementos mecánicos relacionados al mantenimiento y seguridad.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

Actualmente la evolución en la industria automotriz ha producido distintos dispositivos electrónicos que permiten ser implementados en distintos automóviles para realizar distintas funciones que se pueden aplicar en los vehículos para que controlen el límite establecido, dependiendo del sector urbano o rural, disminuyendo así el número de accidentes e infracciones de tránsito debido al uso inadecuado de la velocidad.

Sin embargo, de la nueva tecnología que se ha desarrollado en el campo automotriz surge la necesidad de desarrollar nuevos dispositivos de control electrónico de aceleración para reducir un cierto porcentaje de las infracciones de tránsito causadas por exceso de velocidad.

Existen gran variedad de circuitos integrados que ayudan a facilitar el acople, ya sea de un dispositivo o un sensor para que su funcionamiento se realice correctamente en el sistema mejorando la seguridad.

1.2 Planteamiento del problema

Los accidentes e infracciones de tránsito se han convertido en un problema nacional que perjudica a gran parte de la población debido a que los conductores no toman conciencia del exceso de velocidad al momento de guiar un auto, causando dificultades no solo en los conductores afectados sino también para aquellas personas que transitan en las vías públicas que corren peligro constante debido a que los conductores sobrepasan los límites establecidos provocando accidentes. El exceso de velocidad es una de las causas de accidentes viales en el Ecuador con un gran porcentaje de

accidentes en el año 2015 según datos estadísticos de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT).

Tabla 1:

Causas de accidentes a nivel nacional en el 2015

CAUSAS DE ACCIDENTES A NIVEL NACIONAL EN EL 2015

	CAUSAS PROBABLES	TOTAL, A	
		DICIEMBRE	%
1	NO RESPETAR LAS SEÑALES REGLAMENTARIAS DE TRANSITO	4.897	13,71
2	CONducir DESATENTO A LAS CONDICIONES DE TRANSITO	4.505	12,62
3	CONducir VEHÍCULO SUPERANDO LOS LÍMITES MÁXIMOS DE VELOCIDAD	3.777	10,58
4	NO MANTENER LA DISTANCIA PRUDENCIAL CON RESPECTO AL VEHÍCULO QUE LE ANTECEDE	3.156	8,84
5	NO GUARDAR LA DISTANCIA LATERAL MÍNIMA DE SEGURIDAD ENTRE VEHÍCULOS	2.852	7,99

Fuente: (Agencia Nacional de Tránsito, 2016)

El porcentaje de accidentes y de víctimas han disminuido debido a las sanciones severas que se aplican a los infractores de acuerdo a la Ley de Transporte Terrestre exigido por los entes reguladores como son: Empresa de Movilidad (EMOV), Agencia Nacional de Tránsito (ANT), Oficina de Investigación de Accidentes de Tránsito (OIAT), Comisión de Tránsito del Ecuador (CTE), como también al control que se realiza en las diferentes vías del país para evitar que superen los límites de velocidad vigentes en la ley. (Agencia Nacional de Tránsito, 2016)

En la actualidad la necesidad de mejorar y aprender más sobre los sistemas de seguridad pasiva y activa dentro de un vehículo, dio una pauta para desarrollar un sistema de control electrónico que ayude a disminuir los accidentes de tránsito.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo diseñar y construir un sistema electrónico de control de la velocidad máxima de un vehículo?

1.4 Delimitación

1.4.1 Temporal

El presente proyecto se llevará a cabo durante el periodo académico correspondiente al mes de junio del 2016 hasta el mes de febrero del 2017.

1.4.2 Espacial

Este proyecto se llevará a cabo en la ciudad de Ibarra provincia de Imbabura dentro de la Universidad Técnica del Norte.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Implementar un sistema de control electrónico con GPS para controlar la velocidad máxima en un vehículo.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Diseñar el sistema de control electrónico de velocidad máxima.
2. Utilizar el sistema GPS para la velocidad máxima y mínima en un vehículo.
3. Construir el dispositivo de control electrónico de velocidad máxima.
4. Instalar el sistema GPS de velocidad máxima y mínima en un vehículo.
5. Realizar un equipo de laboratorio de funcionamiento del sistema de control electrónico de velocidad máxima y GPS en un vehículo.

1.6 Justificación

Este proyecto disminuirá el alto número de accidentes de tránsito debido al exceso de velocidad, brindando así mayor seguridad. Esto será de gran

importancia para el conductor porque mediante este dispositivo de control electrónico no se podrá exceder los límites de velocidad que se establecen en el Código Orgánico Integral Penal que estipula en el Art. 191 siendo los límites máximos y rangos moderados de velocidad vehicular permitidos en las vías públicas, con excepción de trenes y autocarriles: para vehículos livianos en el sector urbano 50 km/h y en el sector perimetral e 90 km/h.

Gracias al avance de la electrónica se pueden realizar distintos sistemas de control electrónico que han logrado mejorías de seguridad y comodidad a los seres humanos, implementando un sistema de control electrónico de velocidad máxima en un vehículo para disminuir accidentes de tránsito de acuerdo a lo establecido por el COIP; por lo cual se elaborará e implementará este sistema de control electrónico en un vehículo para controlar el límite de velocidad. Además, con la instalación del dispositivo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en el vehículo obtendrá la información necesaria que permitirá controlar el uso excesivo de velocidad por parte de los conductores.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de diagrama

“El sistema de diagramas está estructurado por actuadores y sensores que ayudan a una correcta marcha del cuerpo de aceleración, todos los mecanismos antes descritos ayudan a un mejor y eficaz rendimiento del motor” (Alarcón, 2010).

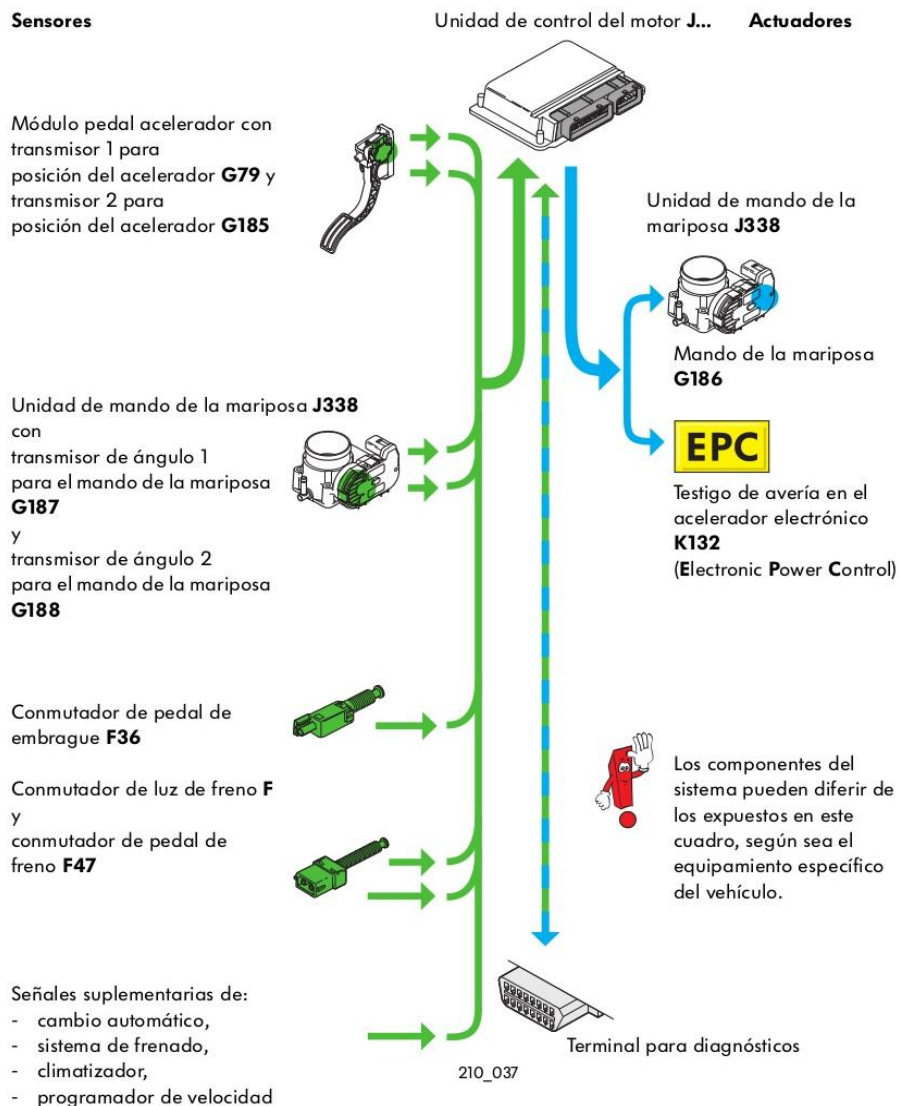


Figura 1 Sistema del diagrama
Fuente: (Acelerador Electronico, 2005, págs. 10-23)

2.2 Partes del sistema del mando eléctrico del acelerador

Dentro de este componente “se distinguen cuatro puntos indispensables en el sistema de mando eléctrico del acelerador”. (Staff Editorial de Electrónica y Servicio, 2014) los cuales son:

- Servo motor que es requerido para dar una señal al motor y de esta forma observar cómo va desarrollando la velocidad.
- Sensor del pedal de aceleración, que se encarga de dar una señal de alerta en caso de fallo de esta parte del automóvil.
- Partes del ensamble.
- Procesamiento de información, unidad que se encarga de procesar todas las averías que presente el automóvil.

2.2.1 Sensor del acelerador electrónico

Se encarga de emitir una señal y a la vez demostrar eficiencia para detectar el pedal de aceleración sin ningún inconveniente, llegando la información que arroje de manera correcta a la unidad de procesamiento cuando el conductor maniobre el acelerador al momento que el automóvil tenga movimiento.

Existen diferentes elementos de funcionamiento “para lograr una correcta medición de este sensor de aceleración electrónico, se debe conseguir la información necesaria para determinar cuál es el correcto y de esta manera instalar en el pedal de aceleración”. (Staff Editorial de Electrónica y Servicio, 2014)

Para determinar cuál es el correcto se debe tener en consideración los siguientes puntos:

- La posibilidad de uso determina como es el funcionamiento del sensor del pedal de aceleración para establecer si es adecuado o no instalarlo en el automóvil para que su funcionalidad sea apropiada.
- La dificultad del ensamblaje depende de los diferentes parámetros que el sensor del pedal del acelerador electrónico lo establezca.

- La disponibilidad del sensor del pedal de aceleración es determinada por el mercado ya que es el encargado de ofertar este producto.
- El precio del sensor lo determina el mercado para que se conozca el valor.

2.2.2 Sensor magnético

El sensor magnético trabaja por medio de un imán con una bobina, la señal es arrojada al momento que el campo magnético forjado por el imán se ve detenido por la interrupción de los dientes de la rueda, forjando una señal de corriente alterna los cuales por lo general son usados en sensores del cigüeñal, la extensión que emita el sensor varia del sitio en el que se encuentra instalado, del espacio de la rueda y de la velocidad cuando gira al momento que el automóvil está en movimiento así como se puede observar en la figura 2 que se presenta a continuación.

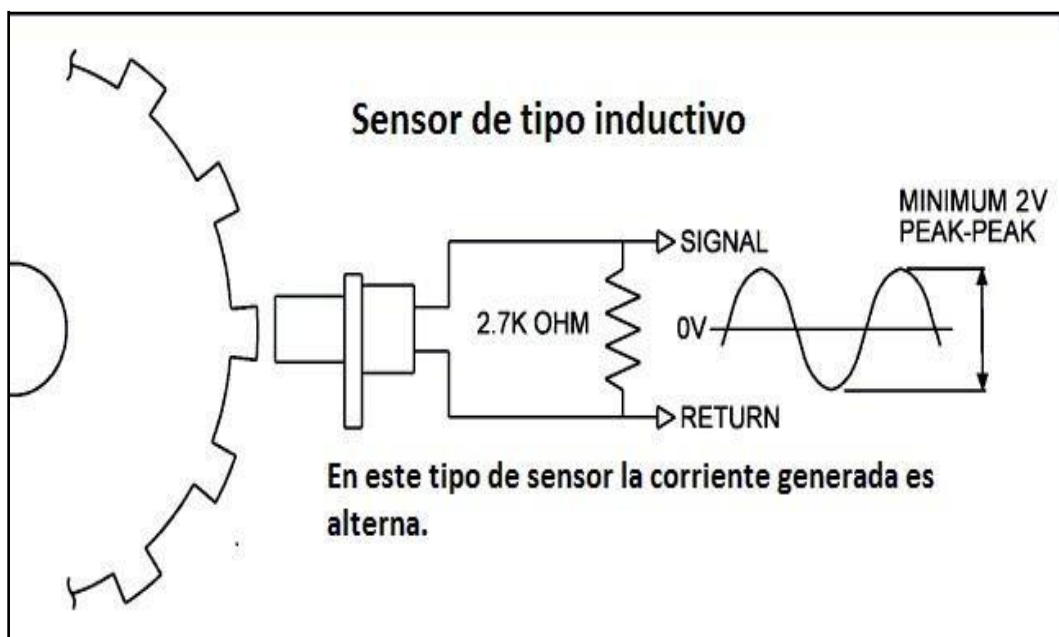


Figura 2 Sensor magnético de inducción
Fuente: (Staff Editorial de Electrónica y Servicio, 2014)

Este sensor suele presentar problemas cuando se desajusta, esto se debe a la suciedad que puede surgir y acumular en esta parte, es de considerar que se debe mantener amplitud adecuada en el sensor y la rueda, la distancia debe ser de 5mm., aproximadamente. (Dietsche, 2005)

2.2.2.1 Valoración del sensor magnético

- La posibilidad de uso del sensor magnético es porque está elaborado para dar la señal al ECU al instante que un pistón está en punto muerto y de esta manera lograr encender, al momento que la velocidad de rotación es descendente la frecuencia con la que llega de igual manera va a recibir una señal baja, por tal razón puede provocar un mal funcionamiento del automóvil, con este antecedente es de vital importancia contar con una señal que no presente fallas.
- La dificultad al momento del ensamblaje depende de la rueda dentada la cual es indispensable para la generación de la señal, de tal manera se debe contar con un espacio amplio para el montaje del sensor, además se debe disponer de un adecuado método de calibración para obtener la distancia correcta sensor-rueda, este proceso es complejo por cuanto el sensor es de tipo inductivo.
- La disponibilidad que se presente en el mercado depende de muchos factores, pero en este caso son fáciles de encontrar ya que son sensores de naturaleza inductiva.
- El costo que representa este sensor inductivo en el mercado tiene un valor variable ya sea por la marca, el lugar de procedencia o por su aplicación.

2.2.3 Sensor hall

Los parámetros de trabajo se determinan por el resultado hall si se dispone de un generador, éste es el que arroja la señal digital y si no existe ninguna interrupción se puede promover la tensión hall que lanza la señal al sensor, la misma se puede interrumpir cuando al sensor hall y al imán se interponen una lámina provocando la desviación del campo magnético y la anulación de la tensión hall, así como se puede observar en la figura 3.

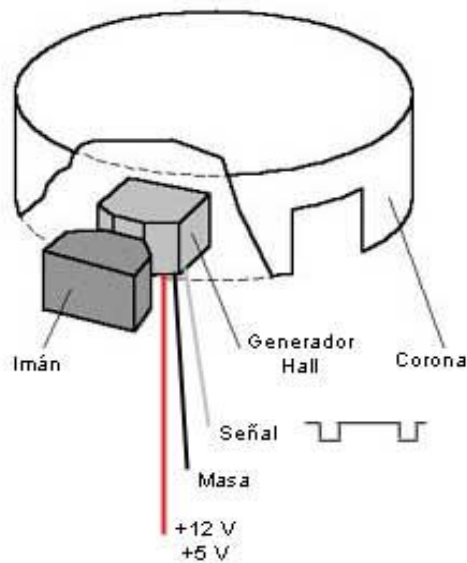


Figura 3 Sensor hall
Fuente: (Ramsden, 2011)

“Es frecuentemente usado para comprobar el correcto encendido en el motor que utiliza distribución mecánica”. (Ramsden, 2011)

El sensor hall no se daña por rotación mínima de la velocidad del motor si genera señal cuando las revoluciones son pequeñas; los problemas se suelen presentar por las partículas de suciedad que se pueden almacenar en este lugar desencadenando inconvenientes con este sensor, de igual forma afecta la distancia en la cual se encuentra el sensor y el imán.

2.2.3.1 Valoración del sensor hall.

- La forma de uso del sensor hall es determinado por el pedal de aceleración ya que éste es el que emite la señal así las revoluciones del automotor sean bajas en la velocidad del giro, el inconveniente llega cuando la señal que emite es puntual, esto quiere decir que describe el lugar de la rotación.
- La dificultad del montaje es similar al sensor magnético, por tal razón necesita de un amplio espacio para ser instalado en el pedal de aceleración y de igual forma las piezas son complejas de instalar y desinstalar.

- Los sensores hall en el mercado son difíciles de encontrar ya que no es muy habitual su uso, solo utilizan los automóviles que poseen distribuidores con módulo eléctrico, siendo éste el que sustituye al ruptor mecánico.
- El valor que está determinado en el mercado del sensor hall del módulo eléctrico es de cuarenta y cinco dólares.

2.2.4 Sensores ópticos.

Los sensores ópticos se distinguen de otros porque poseen luz infrarroja para recibir las señales la misma que es LED, y de esta manera es recibida la información al instante que no hay interrupciones en la placa, el mayor inconveniente es que el sensor se ensucie y no pueda dar la señal oportunamente. (Montero, 2009). Así como se muestra en la figura 4.

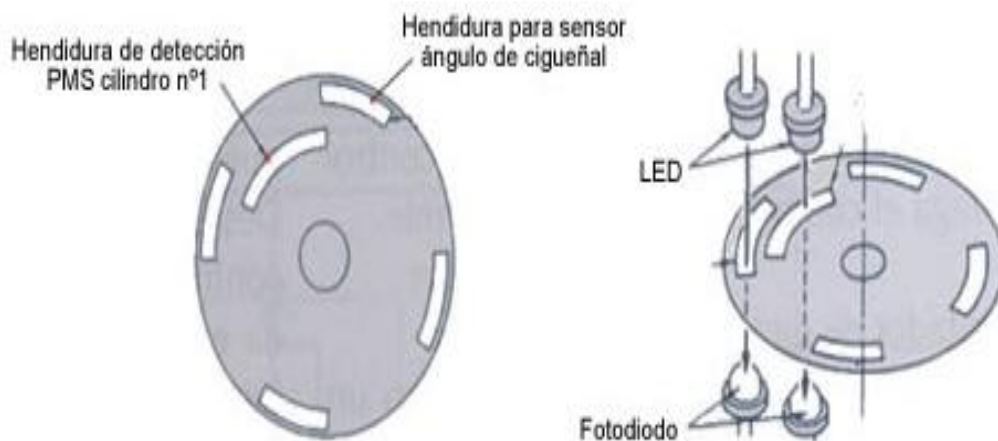


Figura 4 Sensores ópticos

Fuente: (Montero, 2009).

Lista:

- Placa y ranuras. – Esta placa presenta agujeros en la lámina metálica que presenta la función ya que por medio de estos agujeros pasa la luz.
- Luz (LED). - Es la luminosidad que el foco emite.
- Sensor foto. - Este sensor es delicado a la luz que emite la señal en donde se encuentra.

- El eje de distribución. - Éste se encarga de rotar hacia la placa que presenta ranuras a la distribución.

2.2.4.1 Valoración del sensor óptico

- El sensor óptico transmite una señal puntal de su ubicación, por tal razón su utilización no es factible, cabe indicar que no es común y tiene inconvenientes al emanar la señal cuando el sensor se encuentra sucio, también es propenso de hacerlo por el lugar donde se encuentra.
- El mayor problema al ensamblar son las partes dispersas las mismas que deben armarse adecuadamente y a la vez deben tener un espacio amplio para que exista un buen acoplamiento, siendo esta la razón de dificultad de este sensor.
- No es un sensor conocido en el medio por esta razón no es fácil encontrar en el mercado y en el medio automotriz, al existir este problema se limita su disponibilidad.
- El precio de este sensor no es muy fácil de fijar por la falta de disponibilidad en el mercado, el sensor de posición del cigüeñal de naturaleza óptica que se encuentra armado en el motor con distribución tiene un valor de setenta dólares.

2.2.5 Sensor resistivo

El sensor resistivo usa un potenciómetro para emitir señal, en determinados modelos cuentan con dos potenciómetros internos para cotejar las señales emitidas lo cual brinda seguridad y confianza, el dispositivo al momento de su accionamiento mecánico aprovecha el giro de un eje, al momento de bajar la velocidad de rotación no existen inconvenientes y está compuesto en una pieza (García, 2014). Así es como se observa en la figura 5.



Figura 5 Sensor resistivo.

Fuente: (Garcia, 2014).

2.2.5.1 Valoración del sensor resistivo

- El sensor resistivo no indica inconvenientes de señal cuando la velocidad es mínima en el giro, su naturaleza es compacta es decir contiene una sola pieza, y la señal no se ve interrumpida por agentes contaminantes porque no existe la manera de que entre por ser sellado, un elemento desfavorable es su accionamiento ya que es mecánico.
- El sensor por ser compacto no presenta dificultades en el montaje - desmontaje y no necesita de un amplio lugar para la instalación.
- Este sensor resulta fácil de encontrar en cualquier parte de venta de repuestos automovilísticos y de igual forma se pueden encontrar diferentes marcas, tamaños y formas.
- El valor del sensor resistivo tiene un precio de dieciséis dólares, pero es variable de acuerdo a las características que se necesite, sin embargo, su costo es asequible en el campo automotriz.

2.2.5.2 Resultado del análisis

Se determina un rango a cada parámetro a los sensores de posición eléctrica, el mismo que se evaluó luego de un análisis para conocer cuál es el más adecuado para ser utilizado y poder trabajar con ellos, así como se observa en la tabla 2 y 3.

Tabla 2:

Valoración	
Es correcto su uso para que sea utilizado	XXX
La aplicación de este sensor es adecuada	XX
La aplicación es poco utilizada	X

Fuente: (Quitama & Túlcan)

Tabla 3:

Estimación de sensores

TIPOS DE SENSORES					
Parámetros	Inductivo	Efecto Hall	Óptico	Resistivos	
Posibilidad de utilización	XX	XX	X	XX	
Dificultad de montaje	X	X	X	XX	
Facilidad de encontrar en el mercado	XXX	XX	X	XXX	
Valor de los sensores en el mercado	XX	X	X	XXX	
TOTAL	(+) 8	(+) 6	(+) 4	(+) 11	
% de 12 puntos (100)	66.67%	50.1%	33.34%	91.67%	

Fuente: (Quitama & Túlcan)

El sensor de posición de pedal de acelerador eléctrico, adecuado y que cumple con las normas de seguridad es el de naturaleza resistiva.

2.3 Elección del sensor del mando de acelerador eléctrico

En el mercado automotriz se diferencia un sin número de sensores de rotación como puede ser el TPS que se utiliza en la aceleración de la mariposa el mismo que es el más adecuado para el desarrollo del trabajo de grado (R.L. Norton, 2012).

Entre el sin número de sensores de posición CTS se puede apreciar los diferentes factores para determinar el modelo correcto para su uso.

Geometría. - En esta se determina si su acoplamiento es fácil y eficiente para el pedal de aceleración eléctrico.

Rango de giro. – Se debe concordar con el rango de giro de la mariposa a 0° y cuando está cerrada a 90°.



Figura 6 Sensor de aceleración eléctrico de rotación
Fuente: (R.L. Norton, 2012)

2.4. Servo motor

Para que exista un correcto movimiento de la mariposa de aceleración se necesita de un servo motor que trabaja parecido a un motor de corriente continua, tiene el propósito de ser controlado en posición y en alta velocidad.

En la actualidad el sistema eléctrico de aceleración es lo más actual que se puede encontrar en el mercado para el uso del servo motor que igual forma usa el (TPS) el cual es el sensor de posición de mariposa de aceleración y de igual forma se puede mencionar el (IAC) el cual es la válvula que controla cuando la marcha es débil, todo esto ayuda para que arranque en frío y derivaciones en gases que vienen del cárter y de igual forma del tanque de gasolina estas dirigidos a la admisión del motor (Solé, 2012).

Se propone un sistema de servomotor simple que ayude a la realización de los giros de la mariposa cuando el conductor manipule el pedal de aceleración, según su utilidad se puede marcar y girar de acuerdo a lo que establezca la aceleración. Los lineamientos para elegir el servo motor que se acoplen a las condiciones para trabajar son las siguientes:

- Accionamiento del torque
- Elección del servomotor

Accionamiento del torque. - Cuando se realizan diferentes pruebas mecánicas arroja un torque preciso para la extensión del servo motor para lo cual se procede a desarmar el cuerpo de aceleración como se puede observar en la figura 7 y 8.



Figura 7 Desarme de la pieza de aceleración
Fuente: (Quitama & Túlcan).

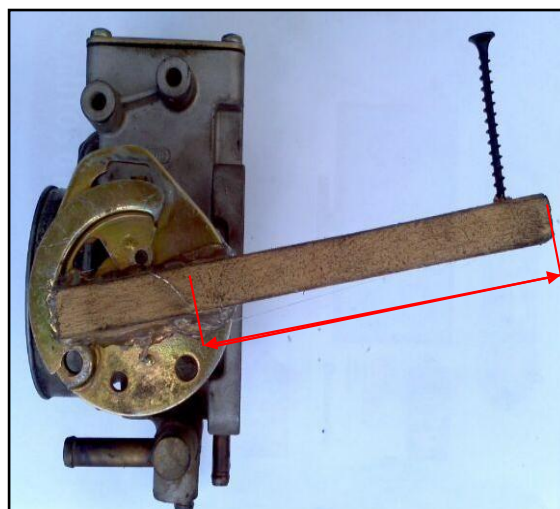


Figura 8 Prueba del brazo de accionamiento
Fuente: (Quitama & Túlcan).

Al ensamblar un cuerpo de aceleración con las piezas de acoples se procede a realizar las diferentes pruebas de simulación otra vez en el motor para derivar con la prueba que continúa. Se prende el motor y encendido se colocan poco a poco pesos, los mismos que van a trabajar en la prueba de esta manera se genera torque en el eje de la mariposa de aceleración consiguiendo ganar la fuerza que se formó por la succión del motor.

1^{er} Periodo de prueba. – Cuando el motor se encuentre prendido y sin ponerle peso alguno, la mariposa de aceleración eléctrica sellada no domina la fuerza generada por su posición, como se puede mirar en la figura 9.



Figura 9 Periodo de prueba sin peso

Fuente: (Solé, 2012).

2^{do} Periodo de prueba. - Cuando el motor está prendido y con el peso de 0.03587 kg. y cerrada la mariposa de aceleración no gana la fuerza del sensor TPS ni logra la succión del aire del motor como muestra la figura 10.



Figura 10 Periodo de prueba con un peso de 0,06587 kg.

Fuente: (Solé, 2012)

3er Periodo de prueba. – Se enciende el motor y se agrega el segundo peso que es de 0,0123 kg. el mismo que domina la fuerza, lo cual se ha conseguido con la presión del torque en el sensor TPS consiguiendo de esta manera la succión adecuada del motor, así como se mira en la figura 11.



Figura 11 2do periodo de prueba con un peso de 0,0123kg.
Fuente: (Solé, 2012)

2.4.1 Servomotor de transmisión directa

La transmisión directa representa la nueva tecnología de la robótica, debido a las ventajas que tienen sobre los robots convencionales con sistema de engranaje.

El concepto de transmisión directa fue establecido por Haruhiko Asada en 1980 y consiste en que el rotor del motor funciona como una fuente de par; a quien el sistema de engranaje es tradicional está completamente eliminado, por lo que desaparece el cascabeleo o falta de movimiento y reduce significativamente el fenómeno de fricción, comparado con los robots convencionales; la construcción mecánica es más simple y la exactitud en el posicionamiento de robots manipuladores es mejorada (Reyes & Cid, 2015, pág. 58).

2.4.2 Características de los servomotores de transmisión directa

- Funcionan como fuente de par
- No hay pérdidas en la transmisión de energía
- Reducción del fenómeno de fricción y juego mecánico
- No es necesario acoplamiento de engranes

- Proporciona alto par sin sistema de engranaje
- No requiere calibración
- Modelado y programación sencilla
- Maquinado y construcción simple
- Transmisión directa de energía sin pérdidas
- Alta resolución del sensor de posición

2.4.3 Potenciómetro

Generalmente, los potenciómetros son dispositivos eléctricos que se emplean como divisores de voltaje para medir la posición o desplazamiento articular de los servomotores. “La respuesta salida representa la posición absoluta del rotor y son calibradas con base en el número de vueltas que pueden realizar” (Reyes & Cid, 2015, pág. 70).

2.5 Sistema de inyección de combustible

El objetivo con el cual se desarrolla el sistema de inyección de gasolina es el de mejorar las prestaciones globales del motor. Según (Sánchez, 2004)“la inyección de combustible tiene como objetivo llevar a cada cilindro la cantidad exacta de combustible para el tiempo de funcionamiento del motor según se desee”. Para realizar este proceso se cuenta con inyectores que atomizan el combustible en la cámara de combustión o pulverizan el mismo en el múltiple de admisión.

2.5.1 Componentes del sistema de inyección de combustible

En la figura 12 que se muestra a continuación se observan los componentes de un sistema de inyección de combustible convencional.

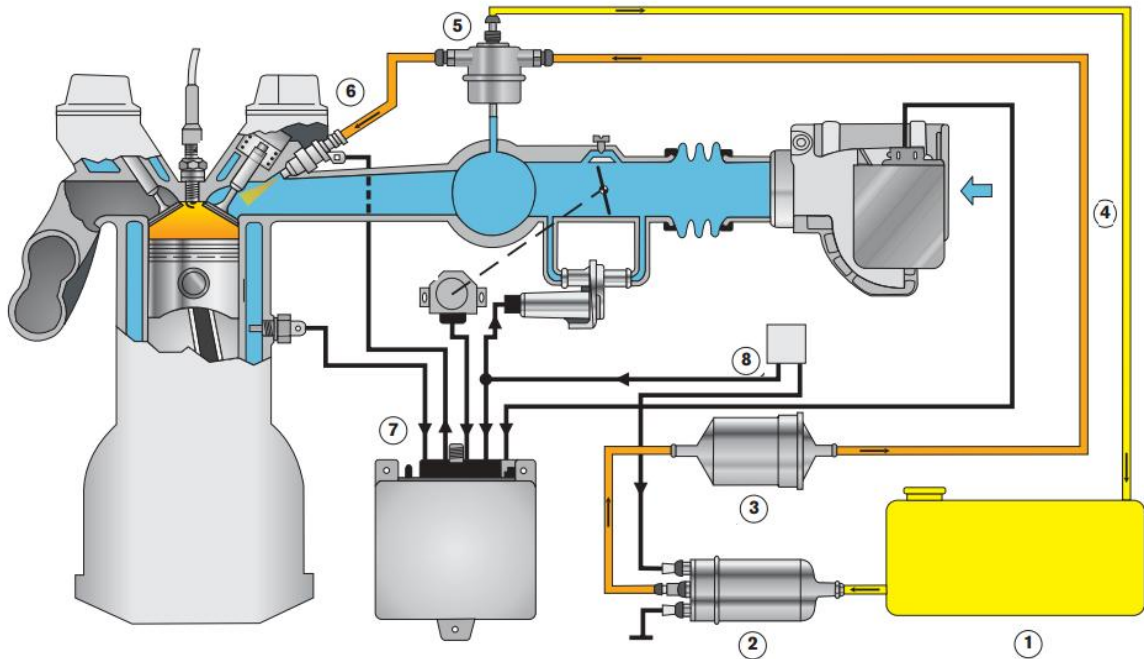


Figura 12 Componentes sistema de inyección de combustible

Fuente: (Robert, 2015).

En la figura 12 tenemos los siguientes componentes:

- 1) Depósito de combustible
- 2) Bomba de combustible
- 3) Filtro de combustible
- 4) Tuberías de combustible
- 5) Regulador de presión
- 6) Inyector
- 7) Unidad de comando
- 8) Relé de comando

2.5.1.1 Depósito de combustible

El depósito de combustible también conocido como tanque de combustible es un almacenador de gasolina, generalmente se encuentra ubicado en la parte baja-posterior del automotor y puede tener una capacidad de almacenamiento de 20 litros, en la parte interna del depósito se encuentra un dispositivo que funciona como un sensor para indicar la cantidad de combustible que se encuentra en el tanque, también en el interior se encuentra la bomba de combustible y en pocos vehículos ésta se encuentra fuera del tanque.

2.5.1.2 Bomba de combustible.

La función de la bomba de combustible es suministrar del carburante a gasolina a un caudal específico en todos los márgenes de funcionamiento del motor. En vehículos antiguos la bomba de combustible es de tipo mecánica con un diafragma, pero últimamente la mayoría de los fabricantes en sus vehículos incorporan una bomba eléctrica.



Figura 13 Bomba eléctrica de gasolina
Fuente: (Robert, 2015)

La figura 13 muestra una bomba eléctrica de tipo universal que puede funcionar en diferentes automóviles. El funcionamiento de la bomba es controlado por un relé, y éste a su vez es controlado por una unidad de control o comúnmente conocida como la ECU.

2.5.1.3 Filtro de combustible

Se encuentra a la salida de combustible proveniente del depósito, como su nombre lo indica es un filtro cuya función es retener las impurezas que vienen en el combustible para que no existan daños en otros elementos del sistema de alimentación del carburante.

En la siguiente figura 14 se observa un filtro de combustible.



Figura 14 Filtro de combustible
Fuente: (Robert, 2015)

El buen funcionamiento de este dispositivo garantiza que el sistema tenga un correcto trabajo y no se presenten problemas en el sistema de alimentación.

2.5.1.4 Tuberías de alimentación de combustible

En el vehículo se encuentran cañerías metálicas y mangueras plásticas, cumplen la misma función que es llevar el combustible desde el depósito hasta los inyectores y viceversa. Generalmente las cañerías o mangueras que llevan el carburante desde el tanque son de mayor diámetro que aquellas que regresan la gasolina desde los inyectores hasta el depósito.

2.5.1.5 Regulador de presión

El regulador de presión es el encargado de mantener la presión de trabajo (4,7 a 5,5 bar) del circuito de inyección. El funcionamiento del motor contribuye a mantener la presión del circuito estable ya que internamente la membrana está conectada a un orificio donde recibe la presión del múltiple de admisión y con ello se toma en cuenta si es necesario aumentar o disminuir en porcentajes pequeños la presión del sistema.



Figura 15 Regulador de presión
Fuente: (Robert, 2015)

2.5.1.6 Inyector

Según el criterio de (Ramírez, 2008, pág. 126) los inyectores son “válvulas eléctricas que reciben un pulso de duración modulada y la computadora calcula el tiempo que deben durar abiertos los inyectores, existe un inyector por cada cilindro y se localiza arriba de la válvula de admisión de cada cilindro”. La fundamental tarea de un inyector es la de suministrar el combustible en una cantidad correcta previamente calculada por una ECU en todas las condiciones de manejo que puedan generarse.



Figura 16 Regulador de presión
Fuente: (Ramírez, 2008)

La figura 16 muestra dos inyectores de combustible los cuales se emplean en motores. Un inyector de gasolina puede dejar de entregar combustible hacia el motor por dos razones: la una es por la falta de combustible y la otra es por falta de suministro eléctrico.

2.5.1.7 Unidad de comando electrónico

A principios de los años 90 muchos de los vehículos que salían de importantes fábricas en todo el mundo comenzaron a hacerlo equipados de Unidades de Control del Motor –ECU (Engine Control Unit) o Módulo de Control del Motor – ECU (Engine Control Module), también llamado Módulo o Unidad de Control del Tren de Potencia –PCU/PCM (Powertrain Control Unit/Module) (Piñaloza, 2011, pág. 3).



Figura 17 ECU

Fuente: (Torrente, 2013, págs. 74-75).

La unidad de comando electrónico es también conocida como el cerebro electrónico donde se encuentra la programación para el funcionamiento correcto del motor. La función de la ECU es “recibir información de los sensores y, en base del programa alojado en la memoria distribuirla entre los actuadores” (Piñaloza, 2011, pág. 3).

Para el correcto funcionamiento la ECU recibe y entrega información, los principales dispositivos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4:

Dispositivos de entrada y salida de la ECU

Dispositivos de entrada y salida de la ECU

Entrada	Salida
Tensión de la batería	Control de la ignición
Ignición eléctrica	Control de combustible
Contenido de oxígeno en el escape	Control del aire de ralentí
Presión del colector de admisión	Bomba de combustible
Temperatura del aire aspirado	Purga del canister
Temperatura del refrigerante del motor	Funciones de diagnóstico
Señal de detonación	
Posición del acelerador	
Velocidad del vehículo	

Fuente: (Piñaloza, 2011).

2.6 Microcontrolador

“Un microcontrolador es un dispositivo electrónico que cuenta con una arquitectura física interna pre-establecida, pero de uso programable en forma secuencial” (Jiménez, 2010, pág. 57). Lo que implica que un proceso o utilización de recursos de hardware siempre seguirá después de otro, no siendo posible realizar un procesamiento paralelo, ya que implicaría hacer uso de más de un dispositivo propio a la vez, lo cual escapa de su estructura operativa, se excluye de esta regla la operación de ciertos temporizadores internos que pueden realizar independientemente conteo o incremento simultáneo al uso de otro hardware, pero bajo condiciones limitadas.

Según lo establece (Ramírez, 2008, pág. 126) “es un conector electrónico que se une en un solo encapsulado y su principal particularidad es ser programable, completamente autónomo, y capacitado para actuar de forma autónoma sin un número de instrucciones que son programadas previamente”.

Por definición, un microcontrolador (también llamado comúnmente “micro”) ha de incluir en su interior tres elementos básicos:

- CPU (Unidad Central de Proceso)
- Diferentes tipos de memorias
- Diferentes pines de E/S (entrada/salida)

2.6.1 Modelo del microcontrolador

“El modelo de la placa del Arduino 1 es ATmega328P proviene de la marca Atmel, cuando tiene la P al final quiere decir que viene incorporado un chip, el cual ayuda a que el consumo de energía no sea excesivo” (Torrente, 2013, págs. 74-75). Es recomendable conocer correctamente los pines de entrada y de salida del microcontrolador, ya que cada pin tiene una función diferente, así como se muestra en la figura 18.

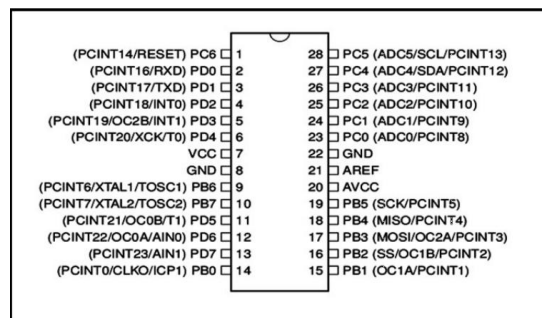


Figura 18 Modelo del microcontrolador

Fuente: (Torrente, 2013, págs. 74-75).

Al mirar la figura 18 se conoce que al pin le llega la alimentación de energía y dos de los pines se encuentran conectados a tierra, de igual manera se puede observar que entre paréntesis indica las funciones específicas que desarrolla cada pin, (Torrente, 2013).

2.7 Arduino

“El Arduino es hardware libre el cual consta de una placa que tiene inmerso un microcontrolador que se puede reprogramar y con un sin número de pines hembra” (Torrente, 2013, págs. 63-64). Esto favorece a la existencia de una conexión fácil y rápida con el sin número y actuadores que se puede utilizar.

El software del Arduino es una multiplataforma que se puede utilizar libremente y sin ningún costo, el cual se puede incorporar en cualquier computador el cual da la opción de escribir, corregir y guardar, en otras palabras, que da la oportunidad de programar, para conseguir la conexión se utiliza un cable USB (Torrente, 2013, págs. 64-65).

2.7.1 El origen de Arduino

“En Italia nace por el año 2005 el Arduino cuando los estudiantes estaban experimentando con un sin número de dispositivos y algunos microcontroladores, de esta manera nace por la necesidad de tener un dispositivo” (Torrente, 2013, pág. 66). Éste puede trabajar eficientemente a un costo accesible y se acopla a un sin número de sistemas operativos, cuando recién salió el invento se decidió utilizarlo solo en la facultad.

2.7.2 Características del micro de la placa de Arduino

“La placa Arduino es un modelo estándar y es muy común utilizarla, pero desde su aparición ha venido dando tres tipos de cambios por lo que en la actualidad la placa se determina como UNO Rev3” (Torrente, 2013, pág. 72). Así se muestra en la figura 19.

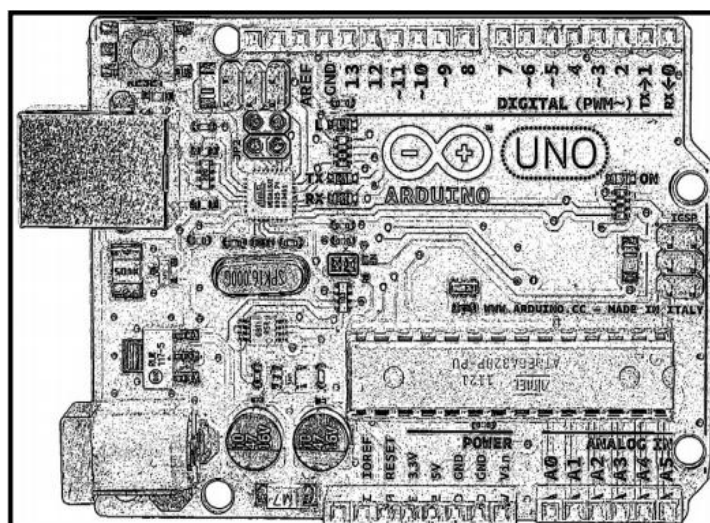


Figura 19 Placa de Arduino
Fuente: (Torrente, 2013).

2.8 Pines del Arduino

Al principio los controladores muestran un poco de dificultad, pero con la práctica se van adaptando a las conexiones.

2.8.1 14 Pines de E/S digital (pines 0 a 13)

Pueden ser pines de entrada o salida, las entradas se usan para leer información de los sensores mientras que las salidas se usan para controlar actuadores, la dirección (de entrada, o salida) se especifica mediante el sketch creado en el IDE. “Las entradas digitales pueden leer uno de los dos valores posibles y las salidas digitales solo pueden representar uno de dos valores posibles (HIGH y LOW)” (Massimo & Michael, 2016, pág. 29).

2.8.2 6 Pines de entrada analógicos (pines 0 a 5)

Estos pines de entrada analógicos se usan para leer valores de voltaje de los sensores analógicos, “al contrario de lo que sucede con las entradas digitales que solo distinguen de entre dos valores diferentes (HIGH y LOW), las entradas analógicas pueden medir 1024 niveles de voltaje diferentes” (Massimo & Michael, 2016, pág. 29).

2.8.3 6 Pines de salida analógicos (pines 3, 5, 6, 9, 10 y 11)

“Son en realidad, 6 de los pines digitales que pueden realizar una tercera función: proporcionar salida analógica. Como sucede en los pines de entrada y salida digitales, se especifican usando el sketch en el IDE” (Massimo & Michael, 2016, pág. 29).

2.9 Sistema embebido

Los sistemas embebidos son los circuitos electrónicos que son fabricados para desempeñar una función determinada, es común encontrar sistemas embebidos en los vehículos; por ejemplo, controlando el sistema de inyección de combustible.

“En los sistemas de frenado ABS, en el control de espejos, sistemas de protección contra impacto (airbag), alarmas contra robo, sistemas de ubicación, entre otros”. (Galeano, 2002, pág. 3).

2.10 Herramientas clásicas

2.10.1 Polímetro

El polímetro es el encargado de medir un sin número de parámetros, en el medio automotriz existe una variedad de modelos y de igual manera precios distintos, un polímetro mide los parámetros que se señalan a continuación:

- Resistencia (Ohmios)
- Tensión de corriente continua
- Tensión de corriente alterna
- Intensidad de corriente continua

“Una vez montado todo el equipo, podremos medir y comprobar las diferentes tensiones que debe proporcionar el mismo” (Ungulo, 2012).

2.10.2 Soldador

Es un instrumento que ayuda a soldar cada uno de los componentes que conforman un circuito. “El modo de trabajar de la soldadora es derretir el estaño para fundir en los terminales, al momento que se enfría se consolidan las piezas para que las mismas no se separen” (Ungulo, 2012).

En el mercado se puede encontrar un sin número de marcas de soldadoras, se recomienda utilizar el soldador como tipo lápiz con punta recta, la potencia no debe superar los 35W, pues si es mayor puede dañar los elementos que se van a soldar.

2.10.3 Estaño

“El estaño es el elemento que se utiliza para soldar, la forma de presentación es en rollos que tienen pesos variados, además es importante aclarar que no se utiliza el estaño en etapa pura” (Ungulo, 2012).

La forma que se presenta el estaño es como un alambre de anchos diferentes, para proceder a la soldadura de un circuito electrónico es aconsejable un ancho no más de 1mm. Alambres más anchos tienen una peor dosificación en ningún caso es conveniente un exceso de estaño en soldadura.

2.10.4 Pinzas

“La forma de presentación de la pinza es metálica y son utilizadas en su mayoría para sostener un pequeño elemento cuando se desea soldar o también es usado para doblar cualquier terminal si así lo requiere” (Ungulo, 2012).

2.10.5 Alicates de corte

“El alicate de corte es una herramienta que permitirá realizar y proporcionar un corte limpio y preciso al ras de la soldadura de esos terminales”, (Ungulo, 2012).

2.10.6 Tijeras

“Es la clásica herramienta que se encuentra en un taller, permitirán cortar todo tipo de cables conductores con seguridad, pueden ser empleadas para pelar los extremos de los cables” (Ungulo, 2012).

2.10.7 Destornillador

“Es un elemento común de encontrar en el taller de mecánica y el mismo es usado para destornillar cualquier aparato que lo requiera, en el mercado existen un sin número de tamaños, precios y distintas formas” (Ungulo, 2012).

2.10.8 Interruptores y pulsadores

“Los interruptores son usados en la electrónica digital para diagnosticar el correcto funcionamiento de un circuito, además son los mecanismos más económicos y fáciles de encontrar en el mercado” (Ungulo, 2012).

2.10.9 Accesorios

“Existe un sin número de accesorios los mismos que ayudan a lograr el acabado adecuado de un circuito, pueden ser: tornillos, disipadores, tuercas, fusibles entre otros” (Ungulo, 2012).

2.11 La placa protoboard

“En esta placa el responsable de hacerlo unirá los circuitos que sean necesarios, la descripción de esta placa es que es universal y tiene un sin número de huecos estándar entre ellos” (Ungulo, 2012).

El montaje de esta placa es rápida y segura al momento de hacerlo, además el uso es eficaz ya que no presenta soldadura alguna, el material que se usa es reutilizable.

2.12 Los interruptores

Un conjunto de diez interruptores permite generar niveles lógicos o palabras binarias para ser aplicadas y empleadas por el circuito digital bajo prueba.

Los diez interruptores SW0 a SW9 están asociados a sus correspondientes terminales de conexión EO a E9 respectivamente. “Para comprobar su correcto funcionamiento, basta emplear el voltímetro de un polímetro en escalas de DCV” (Ungulo, 2012).

2.13 Los LEDS

“Para poder observar los estados que crea el circuito digital se integran 8 diodos los mismos que se presentan desde el D4 al D8 éstos se encuentran inmersos a un enlace con los terminales SO-S7” (Ungulo, 2012).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipos de Investigación

3.1.1 Investigación bibliográfica

Esta una investigación bibliográfica porque casi la totalidad de la información se encuentra en textos, monografías, revistas, anuarios y libros que ayudaron a desarrollar el marco teórico de este proyecto.

3.1.2 Investigación tecnológica

Este trabajo de grado es una investigación tecnológica porque se trató de resolver el problema sobre el uso excesivo de velocidad en los vehículos utilizando un dispositivo de control electrónico.

3.2 Métodos

Para el desarrollo de la investigación se ejecutaron los siguientes métodos:

Diseño. - Diseño y construcción del sistema de control electrónico de velocidad máxima y GPS para implementarlo en un vehículo con elementos electrónicos.

Programación. - Se programó la plataforma de hardware libre de Arduino y GPS para su adecuado funcionamiento.

Optimización. - Mejoría en el funcionamiento del dispositivo para alcanzar con éxito los objetivos propuestos en el trabajo de grado.

Método analítico sintético. - Se aplica este método ya que se consiguió información haciendo uso de fuentes bibliográficas como: internet, libros, manuales las mismas que sirvieron de guía para el desarrollo de este proyecto.

3.3 Técnicas e Instrumentos

Las técnicas de investigación que se utilizaron en este trabajo de grado fueron:

Adaptación. - Esta técnica se emplea para la adaptación del GPS con el vehículo para que trabajen conjuntamente y obtener los resultados requeridos.

Análisis. - El resultado obtenido a través del sistema de control electrónico fue verificado para comprobar si se cumple con el objetivo por el cual se desarrolló la investigación.

Pruebas de funcionamiento. - Se realizaron pruebas de funcionamiento del sistema de control electrónico construido para comprobar su funcionamiento, y corregir fallas corregir si es necesario.

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA: PROCESO Y RESULTADOS

4.1 Programación del GPS

El módulo GPS que se realizó para su aplicación, es de serie U-Blox NEO 6m que es un componente equipado en el PCB con una EPROM de configuración de fábrica compatible para cualquier tipo de Arduino, está compuesto de una pila de botón para mantener los datos de configuración en la memoria EPROM, contiene un indicador Led y una antena cerámica, está conformado por los siguientes pines o conectores: Vcc, Rx, Tx Y el Gnd por lo cual se puede realizar la conexión al microcontrolador mediante una interfaz serial, para que el módulo GPS funcione en perfectas condiciones es recomendable hacer las pruebas en un ambiente abierto o cercano a la ventana para la adecuada recepción de señal.

Como se ilustra en la figura 20, en el siguiente caso funciona con total perfección al momento de marcar la velocidad con una variación mínima de 2 y 3 km/h en 1 y 2 segundos referente a la velocidad a la cual va el vehículo, en donde es un aspecto importante al momento de la aplicación ya que no interfiere en ningún momento.

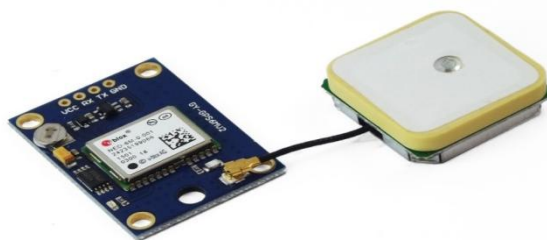


Figura 20 Módulo GPS
Fuente: (Reyes & Cid, 2015).

A continuación, el respectivo módulo se conecta el GPS al Arduino mediante un puerto serial que se emula mediante el software que se utilizó, Rx0 y Tx0 son los puertos de serie por hardware para la comunicación con la PC y mediante esta conexión se pueden verificar los datos que envía el módulo GPS. Para ello

las conexiones que se muestran en la siguiente figura 21 describen los pasos que se deben tomar en cuenta:

- a) Conectar el pin 3.3v del Arduino uno al pin Vcc del respectivo módulo GPS
- b) Conectar el pin GND del Arduino uno al pin GND del respectivo módulo GPS
- c) Conectar el pin digital 4 del Arduino uno al pin Tx del respectivo módulo GPS
- d) Conectar el pin digital 3 del Arduino uno al pin Rx del respectivo módulo GPS

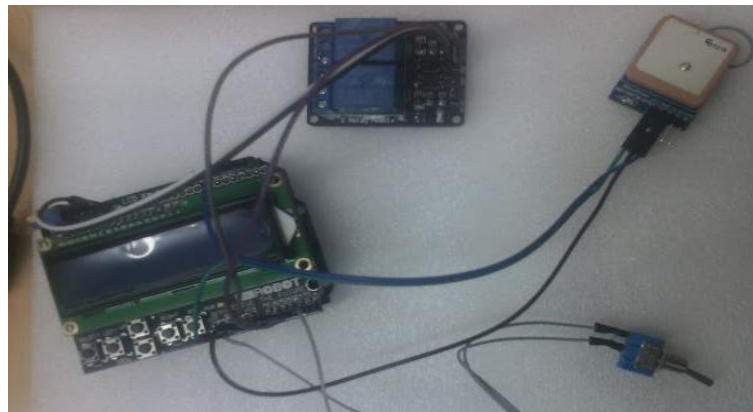


Figura 21 Programación del GPS y LCD
Fuente: (Quitama & Túlcan).

Luego de esto se carga el siguiente código a la tarjeta Arduino en la cual se puede apreciar el empleo de la librería Software Serial, esto no es necesario instalar ya que por defecto viene en el IDE del Arduino como se muestra en la figura 22.

```
#include <SoftwareSerial.h>

SoftwareSerial gps(4,3);

char dato= ' ';

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  gps.begin(9600);
}

void loop()
{
  if(gps.available())
  {
    dato=gps.read();
    Serial.print(dato);
  }
}
```

Figura 22 IDE del Arduino
Fuente: (Quitama & Túlcan).

Este programa permite leer el módulo GPS a una velocidad de 9600 baudios, esta es la velocidad a la que ya está configurado de fábrica el módulo GPS para enviar dichos datos a la PC la que permite visualizar en el monitor, luego de esto se puede configurarlo a una velocidad de 115200 baudios los mismos que se ilustran en la figura 23.

A continuación, se ilustran en las figuras 23, 24 y 25 los cambios para la programación e instalación de los puertos serial del computador.

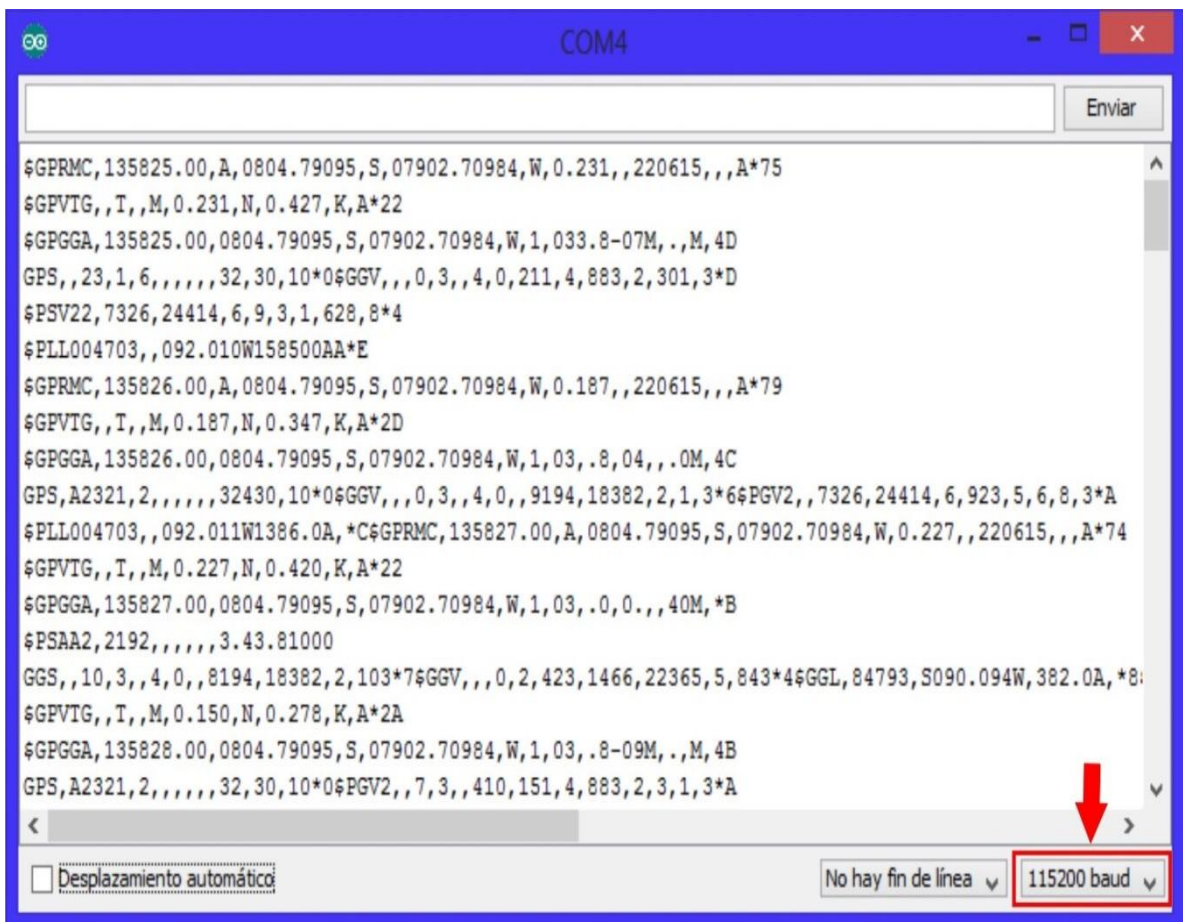


Figura 23 Programa
Fuente: (Quitama & Túlcan).

Para esto, se debe asegurar el cambio de la velocidad de lectura del puerto emulado a 9600 baudios, se procede a cargar el código a la tarjeta Arduino como se observa en la figura 24.

```

Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
simple_test$
#include <SoftwareSerial.h>

#include <TinyGPS.h>

/* This sample code demonstrates the normal use of a TinyGPS object.
   It requires the use of SoftwareSerial, and assumes that you have a
   4800-baud serial GPS device hooked up on pins 4(rx) and 3(tx).
*/

TinyGPS gps;
SoftwareSerial ss(4, 3);

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  ss.begin(9600);

  Serial.print("Simple TinyGPS library v. "); Serial.println(TinyGPS::library_version());
  Serial.println("by Mikal Hart");
  Serial.println();
}

void loop()
{
  bool newData = false;
  unsigned long chars;
  unsigned short sentences, failed;

```

Figura 24 Tarjeta Arduino
Fuente: (Quitama & Túlcan).

Finalmente se pueden observar las siguientes datas ilustradas en la figura 25.

```

Simple TinyGPS library v. 13
by Mikal Hart

LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=405 SENTENCES=2 CSUM ERR=4
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=809 SENTENCES=4 CSUM ERR=8
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=1213 SENTENCES=6 CSUM ERR=11
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=1616 SENTENCES=8 CSUM ERR=14
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=2019 SENTENCES=10 CSUM ERR=17
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=2422 SENTENCES=12 CSUM ERR=19
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=2826 SENTENCES=14 CSUM ERR=23
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=3229 SENTENCES=16 CSUM ERR=27
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=3633 SENTENCES=18 CSUM ERR=31
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=4037 SENTENCES=20 CSUM ERR=34
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=4440 SENTENCES=22 CSUM ERR=37
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=4844 SENTENCES=24 CSUM ERR=39
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=5247 SENTENCES=26 CSUM ERR=43
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=5650 SENTENCES=28 CSUM ERR=47
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=6055 SENTENCES=30 CSUM ERR=51
LAT=-8.079749 LON=-79.04427 SAI=6 PREC=152 CHARS=6460 SENTENCES=32 CSUM ERR=54

```

Figura 25 Datas
Fuente: (Quitama & Túlcan).

4.2 LCD

Es la pantalla en la que se pueden observar los datos que brinda el GPS mediante la conexión del Arduino como se ilustra a continuación en la figura 26:



Figura 26 LCD
Fuente: (Reyes & Cid, 2015).

Como se observa en la figura 27 se presenta el esquema de conexión de los LCD en la tarjeta Arduino.

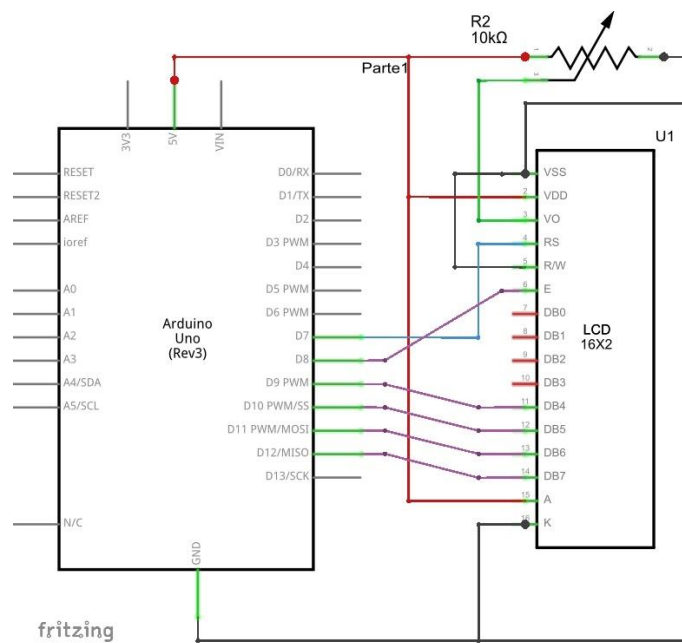


Figura 27 Esquema de conexión LCD
Fuente: (Reyes & Cid, 2015).

A continuación, se representa en la figura 28 la conexión de los LCD con la tarjeta Arduino por medio de la tabla protoboard que es utilizada para la conexión de circuitos.

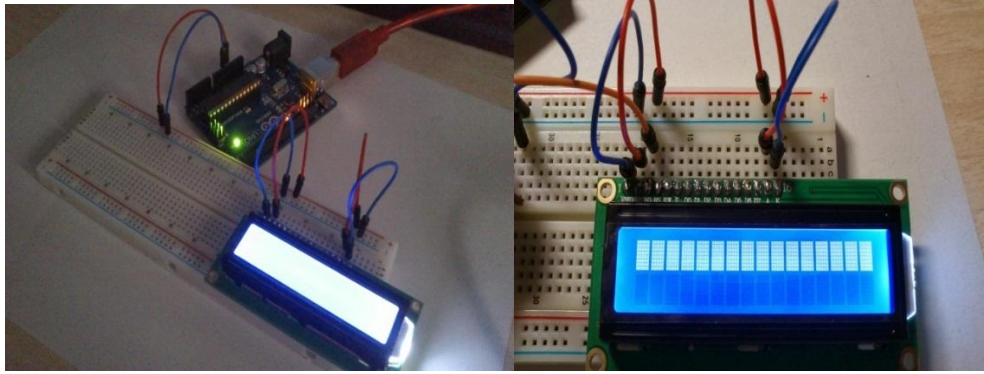


Figura 28 Conexión del LCD
Fuente: (Quitama & Túlcan)

Programación del GPS para la obtención de velocidad máxima en panamericana y velocidad máxima en ciudad mediante cambio automático de modo, dependiendo la ubicación del vehículo.

```
GPS_VELOCIDAD_LCD Arduino 1.6.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
GPS_VELOCIDAD_LCD
#include <LiquidCrystal.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#define LIMITE_CUIDAD 40
#define LIMITE_CARRETERA 90

#define PIN_CTRL_CUIDAD A1
#define PIN_CTRL_CARRETERA A2

#define CONTROL_MODO A5

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
```

Figura 29 Programación de variables
Fuente: (Quitama & Túlcan).

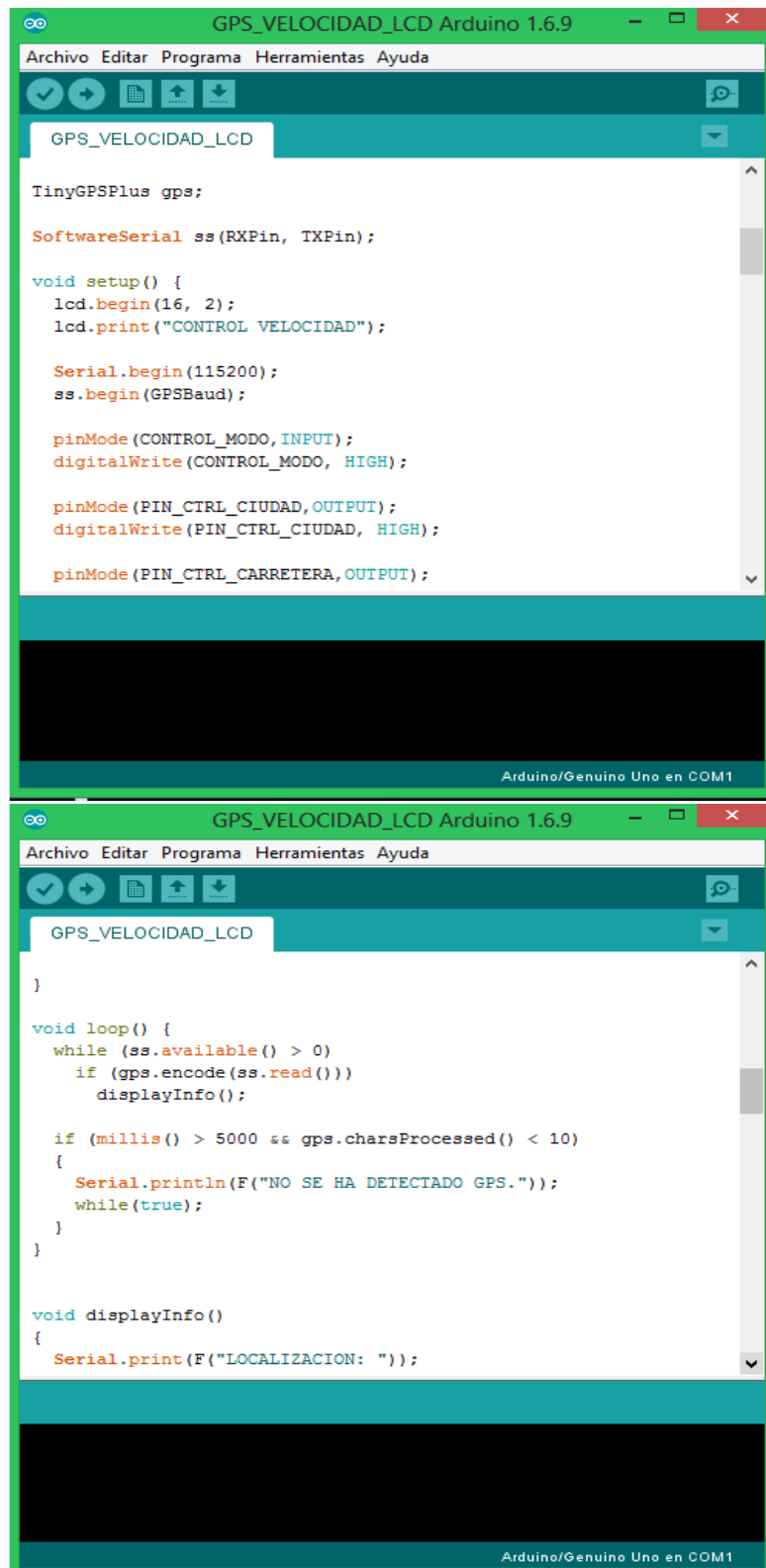


Figura 30 Culminación de la programación
Fuente: (Quitama & Túlcan).

En las figuras 31, 32, 33 se muestra la conexión directa a la tarjeta Arduino



Figura 31 Prueba de datos
Fuente: (Quitama & Túlcan).

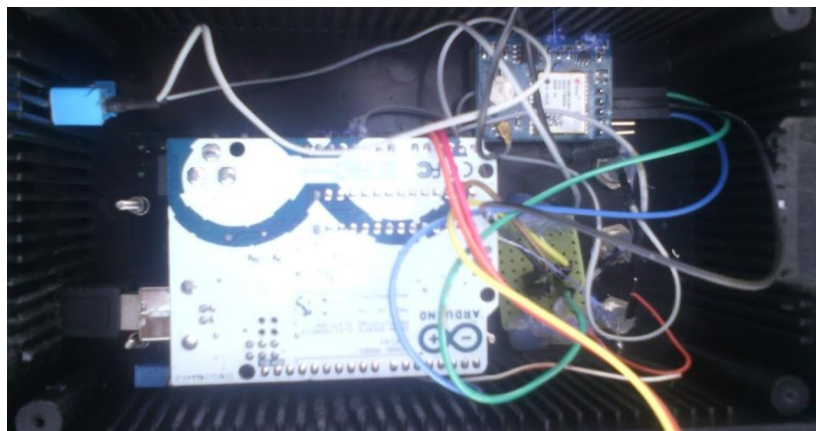


Figura 32 Instalación en la caja 3D
Fuente: (Quitama & Túlcan).

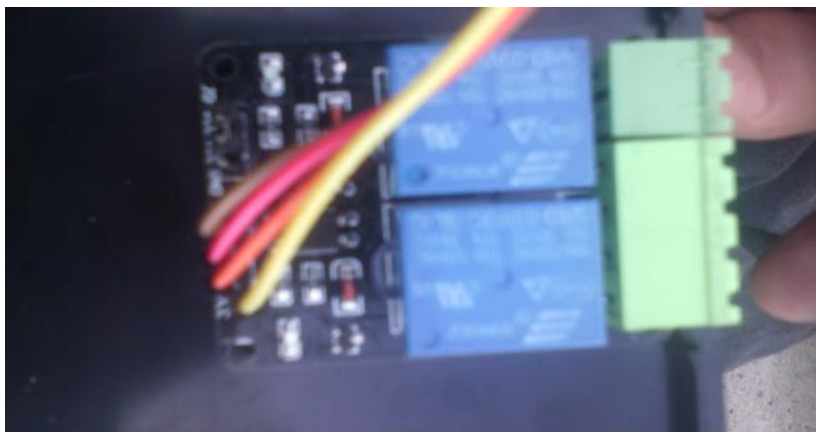


Figura 33 Conexión de relé
Fuente: (Quitama & Túlcan).

Las siguientes imágenes indican las pruebas de funcionamiento en el vehículo:

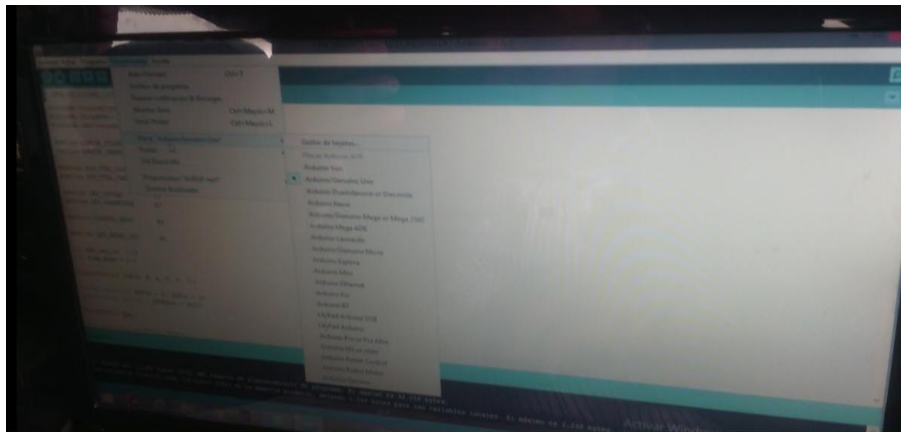


Figura 34 Modificación de datos
Fuente: (Quitama & Túlcan).



Figura 35 Pruebas de funcionamiento en el vehículo
Fuente: (Quitama & Túlcan).

En la siguiente figura 36 se indica la finalidad de todos los componentes ya instalados que únicamente permiten realizar modificaciones de acuerdo a la necesidad de la persona o a los reglamentos de la velocidad ya estipulados.



Figura 36 Cambios variables a Gps
Fuente: (Quitama & Túlcan)

4.3 Cuerpo de aceleración electrónico

Una vez resuelto el tema sobre el cual se va a realizar el proyecto, se necesitó de adaptaciones capaces de ejecutarse de una manera correcta para brindar un funcionamiento óptimo al momento de realizar las pruebas necesarias, para ello existen componentes esenciales en la realización del plan.

4.3.1 Pedal electrónico

Hoy en la actualidad el pedal electrónico está remplazando al pedal mecánico que tiene la finalidad de conectar a la mariposa de admisión mediante un cable moviéndose solidariamente a la voluntad de los movimientos del pie, este sistema de conexión con cable es muy antiguo, se pueden conseguir en el mercado pedales electrónicos en todos los modelos, su funcionamiento mejora la respuesta del motor y a la vez el rendimiento del mismo el pedal electrónico está compuesto de potenciómetros que interpretan la señal para enviar datos continuamente, el ángulo correcto debe estar la apertura de la mariposa, a continuación se ilustra en la figura 37.



Figura 37 Pedal Electrónico
Fuente: (Volkswagen AG, s.f.)

4.3.2 Cuerpo de aceleración electrónica

El cuerpo de aceleración electrónico también se lo conoce comúnmente como cuerpo de mariposa con la única diferencia que existen dos tipos de cuerpo de aceleración el mecánico que su accionamiento es mediante un cable que está conectado al pedal del acelerador, el electrónico es más preciso por su diseño

y su instalación ya que mediante sensores se precisa un consumo de combustible óptimo para el desempeño del vehículo, como se ilustra en la figura 38 el cuerpo de aceleración electrónico funciona con potenciómetros que remplazan la conexión de cable de acero para su accionamiento.



Figura 38 Cuerpo de acelerador electrónico
Fuente: (Volkswagen AG, s.f.).

4.3.3 Conexión de un prototipo

Como se observa en la figura se realizó un prototipo en el cual se basa el proyecto, este proceso se realizó con la finalidad de tener una breve idea de cómo conectar el pedal electrónico con el cuerpo de acelerador electrónico sin la ECU (Unidad de Control del Motor), esta actividad se realiza sin la conexión con nuevos métodos y mediante la tarjeta Arduino que es un programador electrónico para cualquier proyecto mecánico, ésta replica se basa en cómo se realizará la respectiva conexión con elementos similares a los que se trabaja en el proyecto, esto se realizó por motivo de no generar daños en los materiales utilizados hasta tener una idea correcta de su funcionamiento.

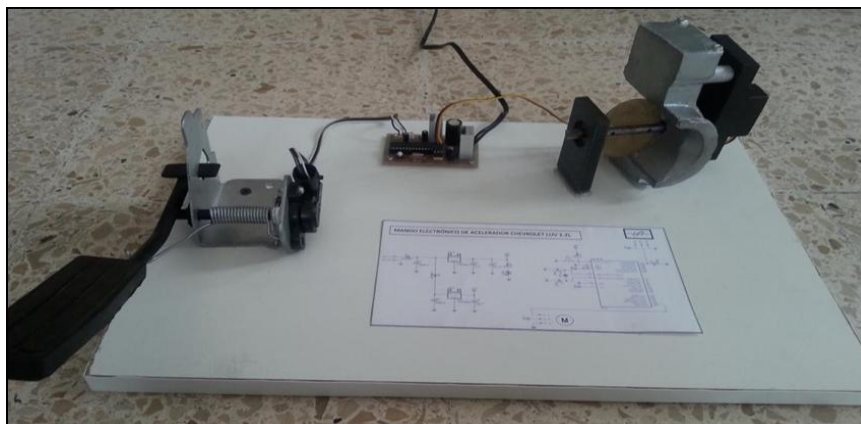


Figura 39 Maqueta auxiliar de prototipo
Fuente: (Volkswagen AG, s.f.).

4.3.4 Conexión del cuerpo de aceleración

La conexión del pedal de acelerador con el cuerpo trabaja conjuntamente mediante señales de sensores que son por lo general potenciómetros angulares que calcula la medida de apertura de la mariposa, todas estas señales son enviadas desde la ECU que es el cerebro del vehículo la cual tiene una programación ya establecida para el cuerpo de aceleración que trabaja con sus respectivos sensores para un mayor consumo de combustible en el automotor como se observa en la figura 40.



Figura 40 Conexión del pedal de acelerador
Fuente: (Volkswagen AG, s.f.)

Como se puede observar en las siguientes figuras se encuentra el cuerpo de aceleración que recibe la señal del pedal de aceleración, mencionando estos dos componentes reciben su respectiva señal de la ECU a la posición que deben trabajar cada uno de los componentes. Así se ilustra en la figura 41.



Figura 41 ECU
Fuente: (Labelec, 2013)

Se ha previsto de este sistema hacerlo didáctico para que se pueda acoplar a cualquier vehículo que no posea necesariamente acelerador electrónico, a continuación, se representa una imagen en la figura 42 sobre la cual la mayoría de autos tienen el sistema de acelerador con cable.

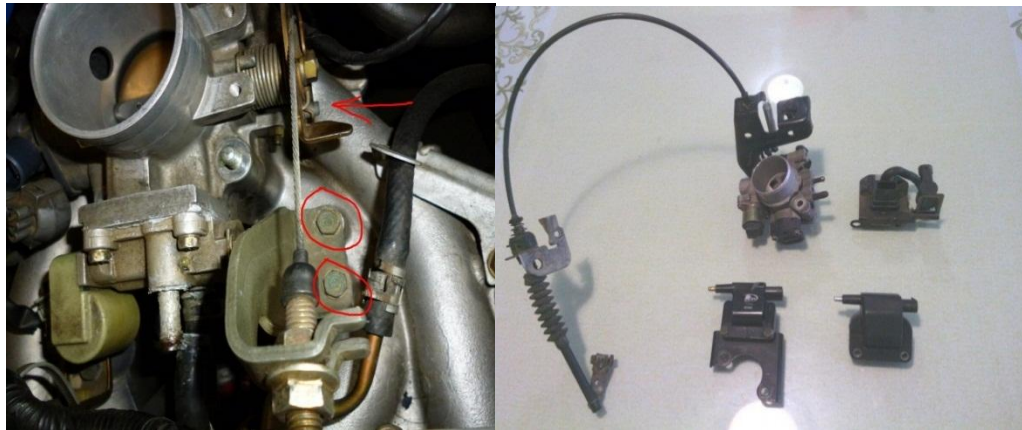


Figura 42 Sistema de acelerador con cable
Fuente: (Dietsche, 2005)

4.4 Haltech Sport 1000

Para la instalación del cuerpo de aceleración, se utilizó un vehículo equipado con la ECU Haltech Sport 1000 el cual está apto para realizar la conexión sin ningún problema ya que cuenta con el software del acelerador electrónico, el mismo que permite realizar los cambios que se deseen sobre el accionamiento del cuerpo de aceleración para regular su consumo de combustible como se ilustra en la figura 43.



Figura 43 Haltech sport 1000
Fuente: (Ramsden, 2011)

A continuación, se procede a seleccionar el vehículo al cual se le va a complementar el sistema de acelerador electrónico, analizando las alternativas

se optó por trabajar en el vehículo Volkswagen golf GTI 2.0 año 2005 que es más adecuado por la presentación, el mismo que no está equipado con la jaula de carreras.



Figura 44 Selección del vehículo
Fuente: (Quitama & Túlcan).

4.5 Programación Arduino con acelerador electrónico

El presente proyecto está enfocado en cambiar el sistema de acelerador con cable a un acelerador electrónico el cual ya no depende de cables de acero sino que está compuesto de un acelerador electrónico que únicamente tiene la conexión de cableado del cuerpo de aceleración donde no se va a trabar ni romper, con este objetivo se realizó el respectivo análisis del funcionamiento del cuerpo de aceleración electrónico que trabaje sin la ECU y que esté disponible para cualquier vehículo que no posea una Unidad de Control Electrónico (ECU).

Para esto se trabajó con un programa que es muy fiable para la electrónica el mismo que puede interpretar muchas programaciones, permite trabajar y realizar diferentes modificaciones y a la vez puede reemplazar a la ECU, el programa que se utiliza es el Arduino uno que permite interpretar y realizar las respectivas modificaciones para que trabaje el cuerpo de aceleración.

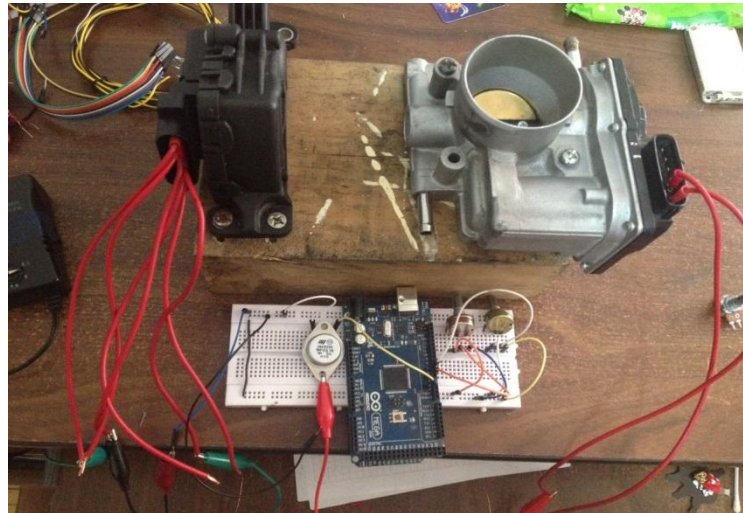


Figura 45 Programación Arduino con acelerador electrónico
Fuente: (Quitama & Túlcan).

Como ilustra la figura 45 se tiene la representación del cuerpo de aceleración conjuntamente con la tarjeta de Arduino la cual va a permitir ingresar varios datos para que trabaje el cuerpo de aceleración para esto se utilizaron los siguientes materiales:

- Potenciómetros angulares: los potenciómetros angulares son capaces de recibir señal lineal para transformar a señal angular constan de resistencias en las cuales hay una diferencia de potencia, además están compuestas de un contacto unido el cual se puede desplazar a su alrededor.
- Potenciómetro lineal: un potenciómetro lineal tiene su variación constantemente con respecto al desplazamiento de un contacto móvil.



Figura 46 Potenciómetro lineal
Fuente: (Reyes & Cid, 2015).

- Protoboard: El protoboard es un tablero con varios orificios el cual permite insertar varios componentes electrónicos conjuntamente con cables para armar varios circuitos, está compuesta por tres regiones:
 - a) Canal central: que permite colocar los circuitos integrados
 - b) Buses: se localizan en ambos extremos, son representadas por líneas rojas (positivos) azules (masa o tierra)
 - c) Pista: se encuentra en la línea central, se representan y conducen según las líneas rosas

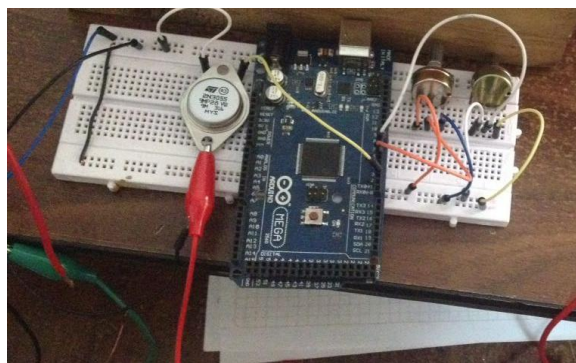


Figura 47 Protoboard
Fuente: (Quitama & Túlcan).

- Tarjeta Arduino: es un micro controlador que dispone de 14 pines que pueden configurarse como entrada y salida respectivamente, también dispone de entradas y salidas analógicas, las señales de entradas analógicas pueden recibir datos de sensores en forma de variaciones continuas de voltaje mientras que las señales de salida son utilizadas para enviar señales de control.

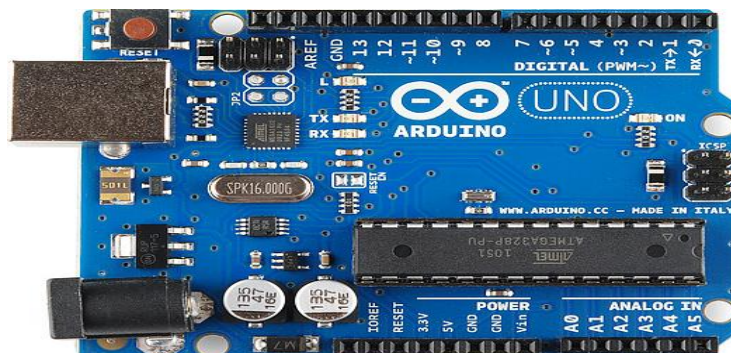


Figura 48 Tarjeta Arduino
Fuente: (Torrente, 2013).

Una vez realizado un breve análisis de todos los componentes a utilizar se presenta la respectiva programación con la cual se trabajó mediante la tarjeta Arduino.



```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
TAC
#include <Servo.h>

Servo ser1;

int ap1,ap2,tp1,pos,c;
float vap1,vap2;

void setup()
{
  ser1.attach(2);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(A0, INPUT);//ap1
  pinMode(A1, INPUT);//ap2
  pinMode(A2, INPUT);//tp1
}

void loop()
{
  leer();
  while((ap1<=0)|| (ap1>=200))
  {
    digitalWrite(3,LOW);
    leer();
  }
  if(ap1>=ap2)
  {
    digitalWrite(3,HIGH);
    ser1.write(ap1*6/5);
    delay(1);
  }
  else
  {
    digitalWrite(3,LOW);
  }
  leer();
  while(tp1<=ap1)
  {
    c=c+1;
    delay(1000);
    if(c>=5)
    {
      digitalWrite(3,LOW);
      c=0;
    }
    leer();
  }
}

void leer()
{
```

Figura 49 Programación GPS
Fuente: (Quitama & Túlcan).

Como se ilustra en las siguientes figuras 50, 51 se tiene la conexión de los componentes sobre la tabla protoboard para la construcción del circuito que se elaboró para el funcionamiento del cuerpo de aceleración.

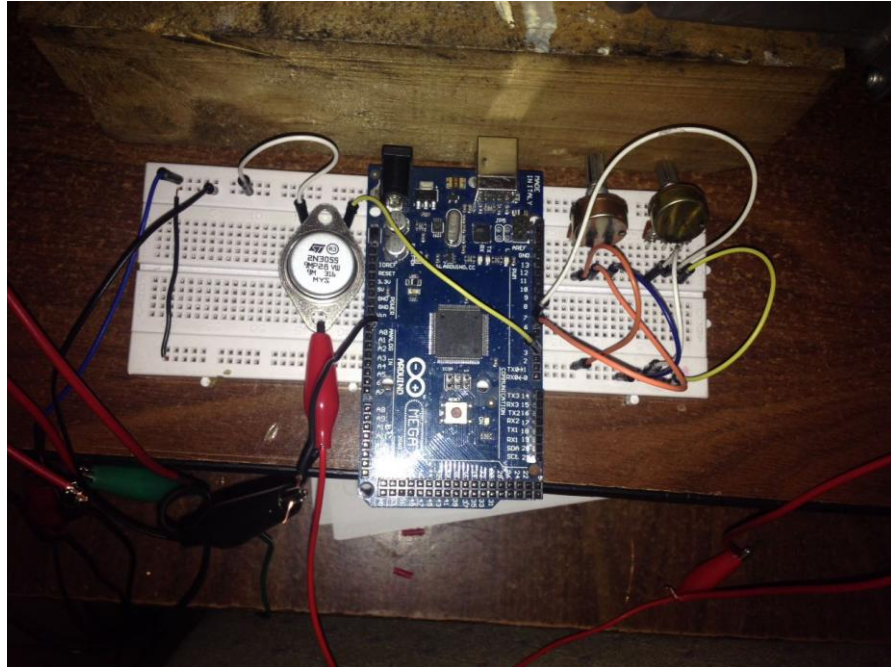


Figura 50 Instalación del circuito
Fuente: (Quitama & Túlcan).

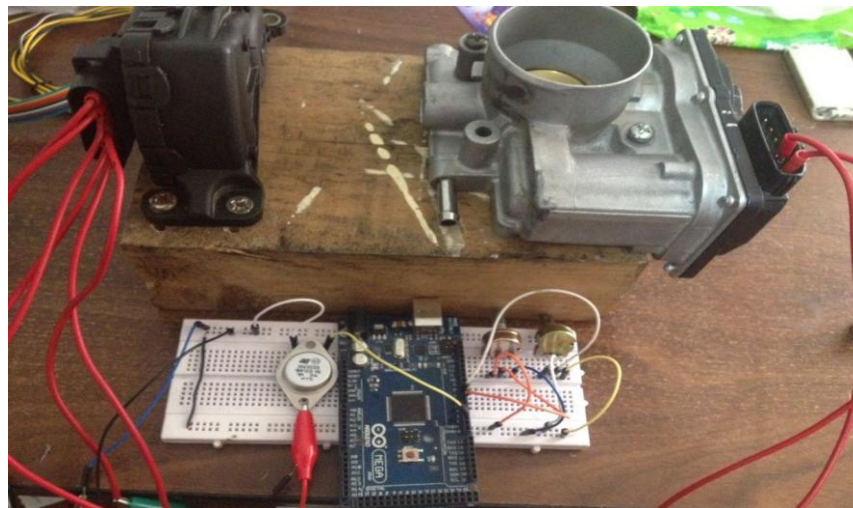


Figura 51 Construcción del circuito
Fuente: (Quitama & Túlcan).

Una vez realizada la conexión para la elaboración del circuito, se procedió a corregir varios errores, realizar las respectivas mediciones y ejecutar las pruebas de funcionamiento, en cuanto al trabajo conjunto del pedal de

aceleración y la apertura de la mariposa del cuerpo de aceleración fue un total éxito, éste trabajo de acuerdo a los parámetros que se plantearon obtener para dar un buen funcionamiento al respectivo circuito que se ilustran en las siguientes figuras 52, 53.

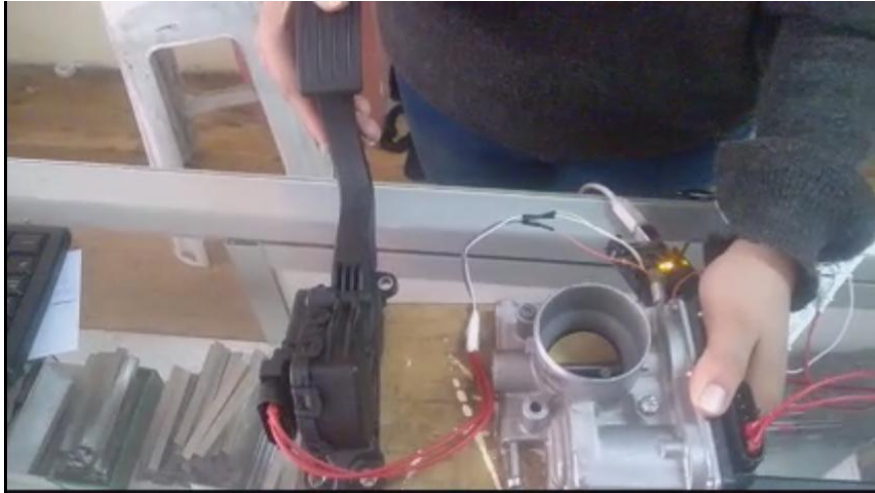


Figura 52 Comprobación del funcionamiento
Fuente: (Quitama & Túlcan).

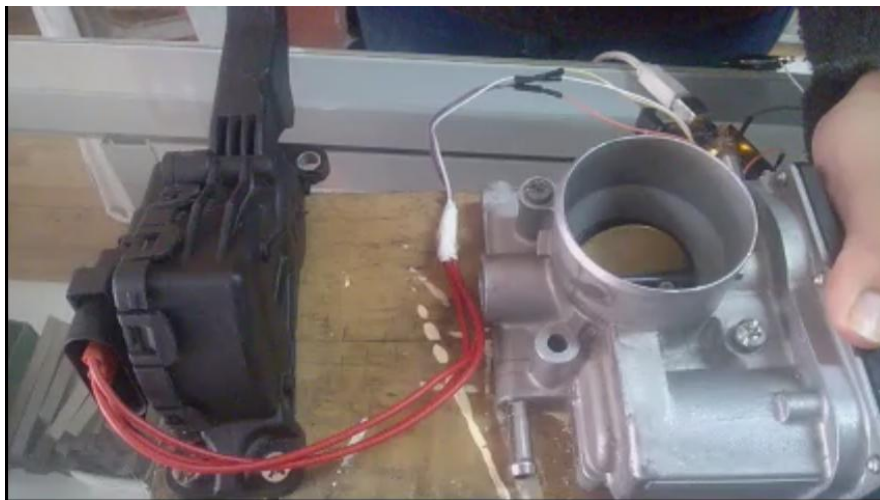


Figura 53 Elaboración del circuito
Fuente: (Quitama & Túlcan).

4.6 Elección de vehículo para prueba de corte de aire en ciudad y carretera

Para la realización de las pruebas en carretera se ha optado tener un vehículo para realizar las comparaciones necesarias acerca de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos.

Tabla 5:

Datos técnicos del Volkswagen golf, Año 2005

Volkswagen Golf GTI 2.0	
Datos técnicos	
Motor/Versión	2.0 FSI
Tipo	4 cilindros
Cilindrada (CC)	1984
Torque máximo (kgf/rpm)	35.69/4400
Potencia (HP)	115
Caja de cambios	DQ&
Alimentación de combustible	Inyección multipunto de gasolina de control electrónico

Fuente: (Autodata, 2015).

Realizando las pruebas de ruta para verificar el correcto funcionamiento de sistema de corte de aire hacia el múltiple de admisión del motor en el vehículo Volkswagen Golf por medio de la programación en arduino y los datos entregados por el GPS, se generaron algunas fallas en el sistema electrónico del motor, cabe indicar que el vehículo utilizado tiene un pedal electrónico y un cuerpo de aceleración totalmente electrónico, éste último es controlado por la ECU del vehículo ayudándose de información del pedal de aceleración; como es, su posición de trabajo.

Ya en ruta y debidamente realizada la programación con los valores de velocidad establecidos anteriormente, se presentó algunos sucesos inseguros; el momento que el vehículo alcanzaba la velocidad límite éste deja de funcionar correctamente y el motor tendía a apagarse y no responder adecuadamente a las condiciones de manejo generando problemas de conducción.

Empleando un scanner automotriz se encontró la presencia de códigos de falla en el sistema electrónico; lo cual era el motivo para que el vehículo dejara de funcionar correctamente. Para lograr corregir éstos problemas se tenía que apagar y encender el vehículo lo cual no es recomendable si el automotor circula en la vía pública. Por tal razón la prueba de corte de aire no es viable por la cantidad de problemas que generó y la inseguridad que se presentó al momento de realizar las pruebas en vías de circulación vehicular.

4.7 Corte de combustible a los inyectores

Existen dos formas de inactivar el funcionamiento de los inyectores; una forma es eléctricamente y otra es dejándolos sin suministro de combustible. La desconexión eléctrica en los inyectores viene a ser controlada directamente por la ECU por lo cual es muy meticuloso realizar adaptaciones sobre el mismo. La manera más fácil y segura de inactivar el trabajo que realizan los inyectores es cortando el suministro de combustible sabiendo que si la bomba de combustible es la encargada de generar el caudal necesario para la circulación de la gasolina en el sistema de alimentación. En la siguiente figura 54 se observa la curva de trabajo que realiza el inyector.

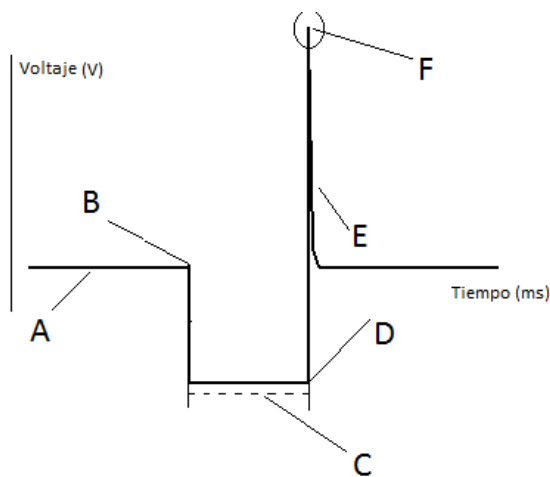


Figura 54 Corte de señal
Fuente: (Dietsche, 2005)

La figura 54 indica el funcionamiento eléctrico del inyector, a continuación una breve descripción de los puntos más importantes de la curva:

- A: en este punto se encuentra la tensión de alimentación de batería aproximadamente 12.7 V.
- B: el transistor que controla al inyector se activa abriéndose para que deje salir el combustible.
- C: en esta sección el inyector permanece abierto y se conoce como tiempo de trabajo o pulso de inyección, generalmente en un motor a ralenti el pulso está alrededor de los 2 milisegundos.
- D: en este punto el transistor se desactiva cerrando el inyector.

- E. al ser un bobinado el inyector en ésta seccion se produce una auto inducción del selenoide.
- F: en este punto está el pico de tensión.

4.8 Corte de señal por medio de GPS

El corte de inyección de combustible es la interrupción al suministro de carburante controlado en un motor de combustión interna, éste sistema se lo realiza por un corte al momento de activar la señal del GPS dependiendo del modo de velocidad en la cual se encuentre, éste lo puede apreciar en la figura 55.

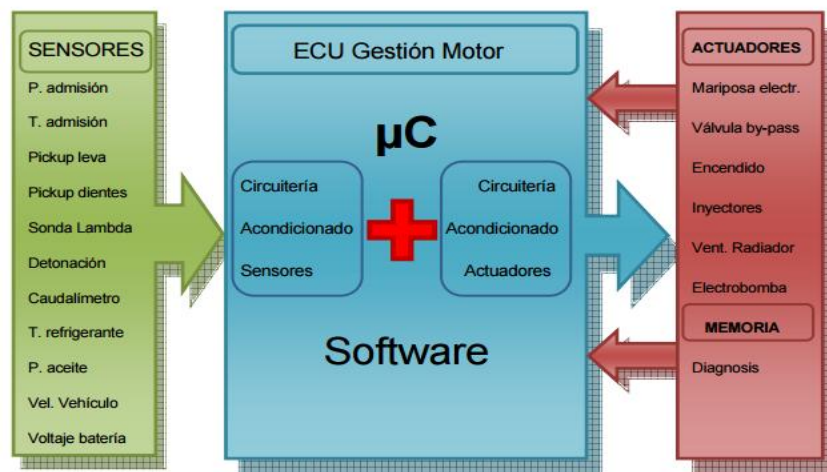


Figura 55 Software
Fuente: (Labelec, 2013)

Sabemos que la suspensión de combustible en el sistema de inyección se logra gracias al funcionamiento coordinado tanto del gps y la programación del arduino ya que al llegar el vehículo al valor de velocidad a la cual se le haya programado el arduino, éste generará una señal con la cual se deshabilitara temporalmente el funcionamiento de la bomba de combustible para que ya no exista la presencia de gasolina en los ductos y por ende el vehiculo empiece una desaceleracion sin afectar el funcionamiento normal del mismo.

4.8.1 Inhabilitación a la bomba de combustible

Como se observa en la figura 56 lo único que se realiza es la colocación de un cable para que en el momento que el GPS se active y corte la señal no llegue su voltaje a la bomba evitando así el envío del suministro de combustible hasta el momento que desciende la velocidad y se apague la luz de advertencia que debe reducir su velocidad.

Para evitar estos cortes de señal es preferible trabajar en los rangos de velocidad moderados para que no se activen los cortes de señal y el vehículo trabaje sin ningún contratiempo.



Figura 56 Diagrama de prototipo
Fuente: (Quitama & Túlcan)

4.8.2 Proceso de inhabilitación de combustible

Un motor de gasolina es una máquina termodinámica formada por un conjunto de piezas o mecanismos fijos y móviles, cuya función principal es transformar en energía mecánica o movimiento, la energía química que proporciona la combustión de una mezcla de aire y combustible, para obtener un mejor desempeño.

El sistema de alimentación es la que usa una bomba eléctrica que se encuentra sumergida en el tanque la cual es encargada de suministrar combustible hacia los inyectores, un regulador permite mantener la presión constante en el riel de

inyectores con su respectiva tubería de retorno que devuelve al tanque el combustible sobrante.

Los sistemas de inyección electrónica de combustible, tienen como objetivo proporcionar al motor un mejor rendimiento con más economía en todos los regímenes de funcionamiento, y principalmente menor contaminación del aire.

Los sistemas de inyección electrónica tienen la característica de permitir que el motor reciba solamente el volumen de combustible que necesita. Con eso se garantiza:

- Menos contaminación
- Más economía
- Mejor rendimiento
- Arranque más rápido
- Mejor aprovechamiento del combustible

El sistema de alimentación es el encargado de recibir, almacenar y proporcionar combustible para realizar una mezcla ideal para el funcionamiento del motor, proporciona el combustible en forma dosificada, necesario para todos los regímenes de funcionamiento del motor, ya sea en ralentí, velocidad media o a plena carga, el circuito de alta presión es el encargado de impulsar el carburante a una presión determinada para ser introducido en las cámaras de combustión mientras que el circuito de baja presión es el encargado de enviar el combustible desde el depósito en que se encuentra almacenado a la bomba de inyección.

Para inhabilitar el combustible se realiza la conexión del controlador Arduino al cable negativo de la bomba de combustible, tomando en cuenta que se realizará una conexión para el correcto funcionamiento.

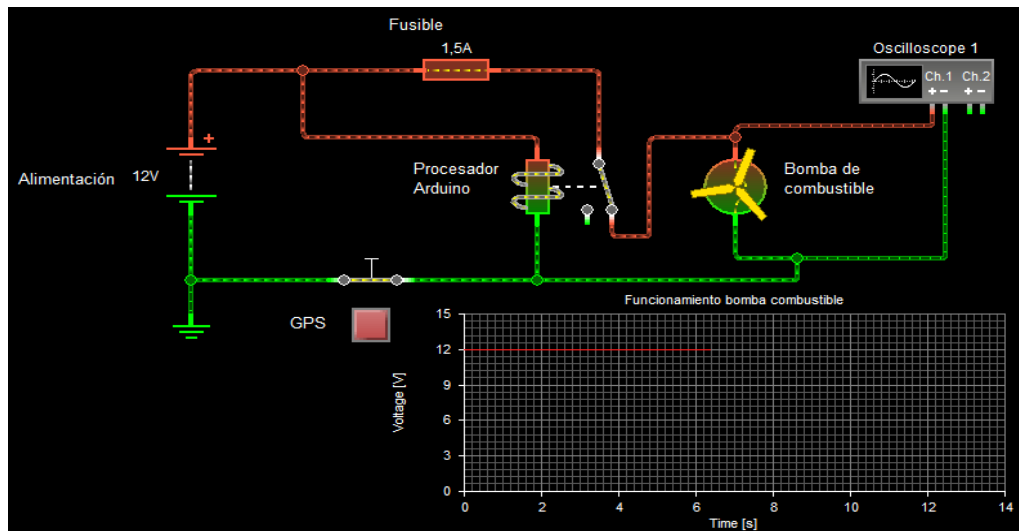


Figura 57 Esquema electrico funcionamiento bomba
Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la figura 57 se observa un esquema eléctrico simplificado de la conexión tanto del GPS como el Arduino controlando el funcionamiento de la bomba de combustible. En este caso la bomba se encuentra en funcionamiento ya que en la gráfica voltaje versus tiempo se encuentra marcado 12 voltios de alimentación lo cual indica que la bomba está en perfecto funcionamiento.

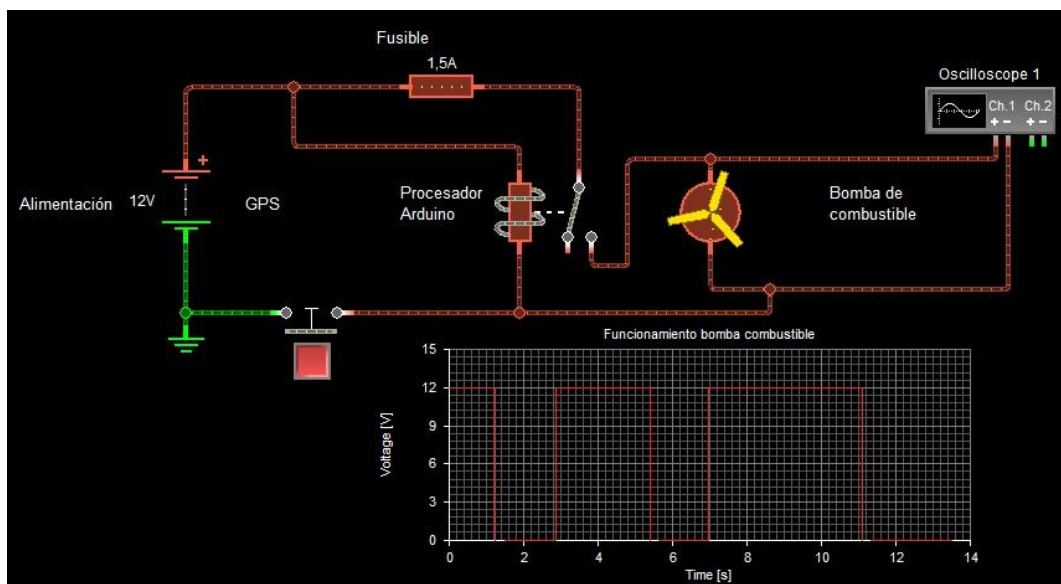


Figura 58 Esquema eléctrico inhabilitación bomba
Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la figura 58 se observa un esquema eléctrico simplificado de la conexión tanto del GPS como el Arduino controlando el funcionamiento de la bomba de combustible. En este caso la bomba de combustible ha dejado de trabajar en

un rango determinado como se observa en la gráfica de voltaje versus tiempo, aproximadamente dejó de trabajar 2 segundos, esto gracias a que el GPS detectó una velocidad determinada y solidariamente el controlador Arduino desactivó la corriente a la bomba.

4.9 Elección de vehículos para pruebas en carretera

Para la realización de las pruebas en carretera se ha optado tener tres vehículos a disposición que sean diferentes entre ellos y así poder realizar comparaciones necesarias acerca de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos.

El primer vehículo para realizar las pruebas es de la marca Volkswagen tipo automóvil, en la siguiente tabla se tiene las características principales del mismo.

Tabla 6:

Datos técnicos del Volkswagen Golf, Año 2005

Volkswagen Golf GTI 2.0	
Datos técnicos	
Motor/Versión	2.0 FSI
Tipo	4 cilindros
Cilindrada (CC)	1984
Torque máximo (kgf/rpm)	35.69/4400
Potencia (HP)	115
Caja de cambios	DQ&
Alimentación de combustible	Inyección multipunto de gasolina de control electrónico

Fuente: (Autodata, 2015).

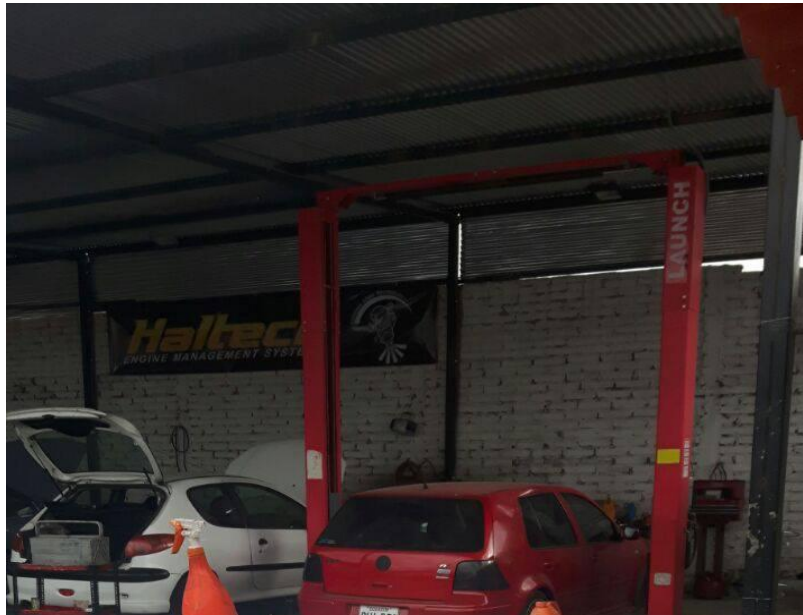


Figura 59 Selección del vehículo

Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la figura 59 se observa al vehículo de marca Volkswagen en el cual se realizaron las pruebas.

El segundo vehículo para realizar las pruebas es de la marca Mazda tipo camioneta, en la siguiente tabla se tiene las características principales del mismo.

Tabla 7:

Datos técnicos Mazda *BT-50*, Año 2010

Mazda BT-50 Servicio Público

Datos técnicos	
Motor/Versión	4 cilindros SOCH-12V
Cilindrada (CC)	2606
Torque máximo Nm/rpm	226,6/3500
Potencia Hp/rpm	126,5/4500
Relación de compresión	8.4 a 1
Alimentación de combustible	Inyección multipunto de gasolina de control electrónico

Fuente: (Mazda, 2012).



Figura 60 Selección del segundo vehículo

Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la figura 60 se observa al vehículo de marca Mazda en el cual se van a realizar las pruebas. Es un vehículo tipo camioneta con características muy diferentes al modelo de vehículo seleccionado anteriormente.

El tercer vehículo para realizar las pruebas es de la marca Chevrolet tipo automóvil, en la siguiente tabla se tiene las características principales del mismo.

Tabla 8:

Datos técnicos Chevrolet Spark, Año 2007

<i>Chevrolet Spark</i>	
Datos técnicos	
Motor/Versión	4 cilindros 8V
Cilindrada (CC)	1000
Torque máximo Nm/rpm	87/4200
Potencia HP/rpm	63/5400
Relación de compresión	9.3 a 1
Alimentación de combustible	Inyección multipunto de gasolina de control electrónico

Fuente: (Chevrolet, 2015).



Figura 61 Selección del tercer vehículo
Fuente: (Quitama & Túlcan)

La figura 61 muestra al vehículo marca Chevrolet en el cual se van a realizar las pruebas en carretera.

4.10 Modificación de parámetros en el programa Arduino

En el programa Arduino se realizan algunos cambios para que pueda funcionar correctamente una vez instalado en el vehículo. En la siguiente figura se observan modificaciones realizadas en el programa.

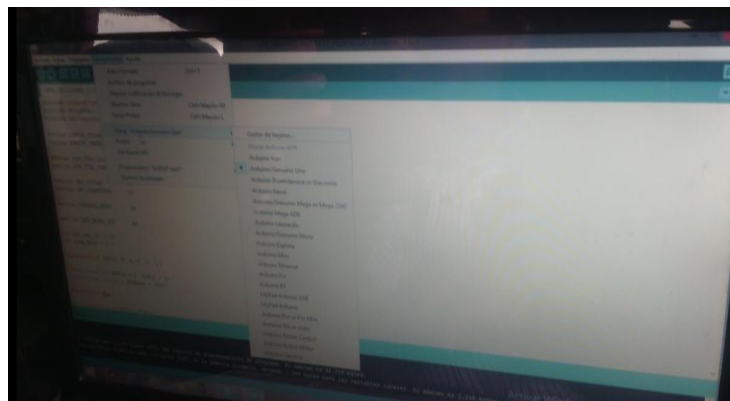


Figura 62 Modificación de datos
Fuente: (Quitama & Túlcan)

Una vez realizado los cambios respectivos en el programa, se instalan los componentes en el auto para finalmente realizar la configuración del parámetro de velocidad a la cual se desea que el vehículo funcione.



Figura 63 Cambios variables a Gps

Fuente: (Quitama & Túlcan)

4.10.1 Condiciones de operación del dispositivo instalado en el vehículo.

Una vez instalado el dispositivo en el vehículo de prueba se debe tomar algunas condiciones de trabajo donde se obtiene un correcto funcionamiento del sistema.

Las condiciones de trabajo son las siguientes:

- Manipulación indebida del dispositivo: La condición de cambio de velocidad de menor a mayor presenta la característica que si llegase a encenderse el foco indicador de color rojo del dispositivo no se debe accionar manualmente el interruptor ya que se generará un fallo en el funcionamiento del automotor.
- La condición de cambio de velocidad de mayor a menor no presenta novedades de funcionamiento. El sistema trabaja normal.

4.11 Pruebas de funcionamiento en el automóvil Volkswagen

Para este caso el dispositivo GPS tiene dos funciones las cuales cambian manualmente, consta de un modo en ciudad y un modo carretera como también puede ser viceversa de acuerdo a las necesidades de instalación, esto sirve para limitar las velocidades mediante un suministro de combustible donde

no ocasiona daños al vehículo sin reportar ningún código de falla de la ECU, este proceso es factible para cumplir con los objetivos propuestos.

4.11.1 Prueba de corte de combustible en ciudad

La programación para esta prueba fue de 40km/h, si el vehículo no excede este rango de velocidad únicamente se mantiene activada la luz verde lo que indica que el vehículo está circulando bajo el parámetro establecido, al momento de activarse la luz de color rojo del dispositivo indica que está sobrepasando los límites de velocidad a la cual fue programada y el dispositivo GPS informa del excedente de velocidad produciendo el corte de suministro de combustible manteniendo al vehículo dentro del rango establecido como se representa en la siguiente figura 64.



Figura 64 Prueba dentro de ciudad
Fuente: (Quitama & Túlcan)

4.11.2 Prueba de corte de combustible en carretera

En este caso el límite de velocidad para el corte de combustible es 100km/h. Al momento de circular en la panamericana el vehículo no presenta ningún corte de inyección cuando se mantiene encendida la luz verde indicando que el conductor está realizando una conducción eficiente y no sobrepasando los límites de velocidad, cuando se activa la luz led roja indica que se ha activado el corte de inyección que se hace por medio del dispositivo GPS.



Figura 65 Prueba en carretera
Fuente: (Quitama & Túlcan).

La figura 65 muestra el funcionamiento del dispositivo en carretera a mayor velocidad, no presentó ningún problema en la prueba.

4.12 Pruebas de funcionamiento en la camioneta Mazda BT-50

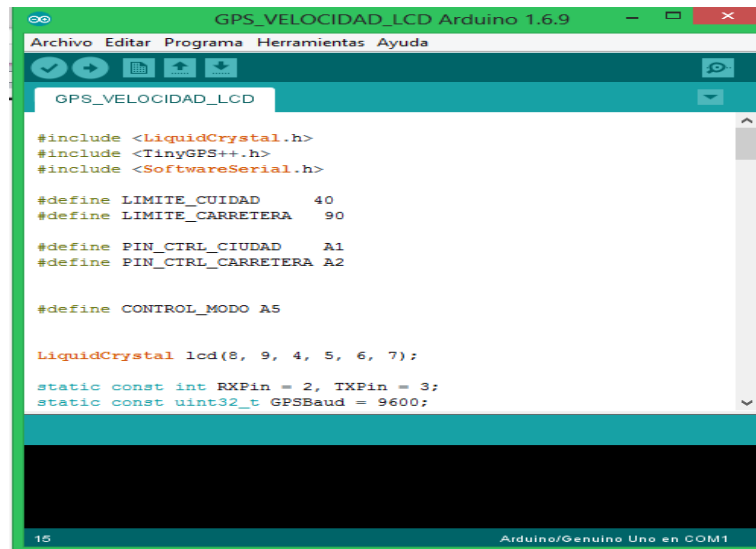
En la realización de las pruebas en la camioneta se realizó la instalación del dispositivo GPS, en este caso se tomó la precaución de conectar con dispositivos de seguridad como son los fusibles para evitar la generación de algún problema eléctrico, de esta forma se protege tanto al GPS como a los elementos eléctricos y electrónicos del vehículo.



Figura 66 Instalación del GPS en el interior del vehículo
Fuente: (Quitama & Túlcan)

Como se observa en la figura 66 si instala el dispositivo tomando en cuenta la protección a los componentes eléctricos y electrónicos mediante fusibles.

Una vez ya instalado el GPS en el vehículo se realiza la configuración de los parámetros de velocidad, en ciudad como en carretera como se indica en la siguiente figura 67.



```
GPS_VELOCIDAD_LCD Arduino 1.6.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

GPS_VELOCIDAD_LCD

#include <LiquidCrystal.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#define LIMITE_CUIDAD 40
#define LIMITE_CARRETERA 90

#define PIN_CTRL_CUIDAD A1
#define PIN_CTRL_CARRETERA A2

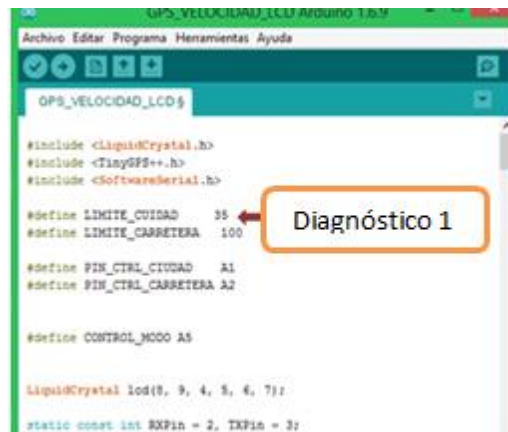
#define CONTROL_MODO A5

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
```

Figura 67 Modificación de parametros de funcionamiento
Fuente: (Quitama & Túlcan)

4.12.1 Pruebas de funcionamiento en ciudad

Se realiza la prueba en ciudad con un límite de velocidad de 35km/h para lo cual se ingresaron los parámetros en Arduino como se muestra en la siguiente figura 68.



```
GPS_VELOCIDAD_LCD Arduino 1.6.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

GPS_VELOCIDAD_LCD

#include <LiquidCrystal.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#define LIMITE_CUIDAD 35
#define LIMITE_CARRETERA 100

#define PIN_CTRL_CUIDAD A1
#define PIN_CTRL_CARRETERA A2

#define CONTROL_MODO A5

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
```

Figura 68 Modificación de velocidad para ciudad 35km/h.
Fuente: (Quitama & Túlcan)

Para esta prueba se utiliza un scanner automotriz para monitorear parámetros de funcionamiento e identificar si se realiza la desaceleración adecuado el momento que llega el límite de velocidad al cual se programó que es 35km/h.

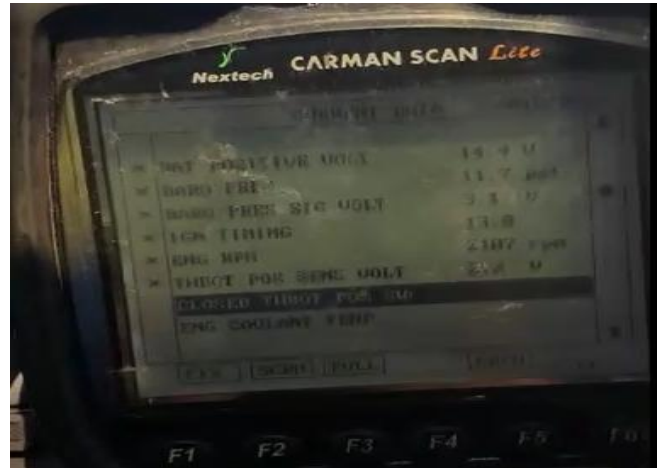


Figura 69 Parámetros de funcionamiento
Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la figura 69 se observan algunos parámetros del funcionamiento del motor entre ellos tenemos el voltaje de la batería, el sensor de presión en el múltiple entre otros, el valor de las revoluciones en este caso se mantiene en un margen no mayor a 2187 en la posición tres de la caja de velocidad (tercera marcha); ya que el vehículo llegó al límite de velocidad establecido al cual se lo programó el Arduino. Posteriormente se realiza la prueba en ciudad con un límite de velocidad de 40km/h para lo cual se ingresó los parámetros en Arduino como se muestra en la siguiente figura:

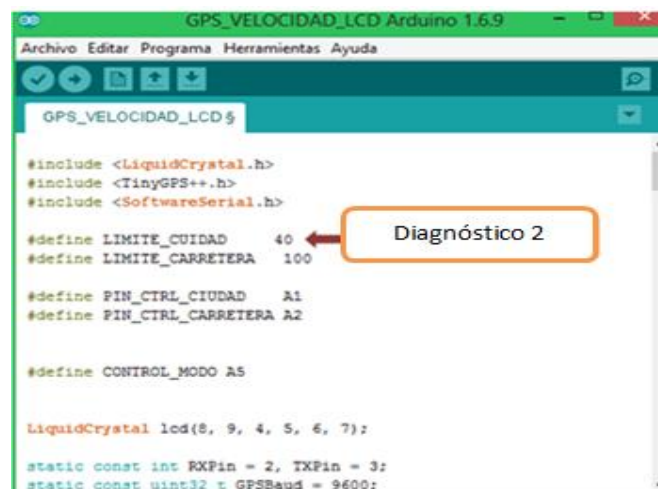


Figura 70 Modificación de velocidad para ciudad 40km/h.
Fuente: (Quitama & Túlcan).

De igual forma se utiliza un scanner automotriz para monitorear parámetros de funcionamiento del motor, en la siguiente figura se observa algunos parámetros del vehículo el momento que llega al valor de velocidad máxima establecida.



Figura 71 Parámetros de funcionamiento en el scanner

Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la figura 71 se observan los valores de voltaje de batería del vehículo, el voltaje del sensor de posición de la aleta de aceleración y el valor significativo en este estudio son las revoluciones que se encuentran en 1743 en la posición tres de la caja de velocidad (tercera marcha), lo cual indica que el vehículo ha disminuido la velocidad.

4.12.2 Pruebas de funcionamiento en carretera

La prueba en carretera se realizó con dos valores como límites de velocidad, el primero es de 90km/h y el segundo es de 100km/h. Se realizó el ingreso de los nuevos parámetros a la programación de Arduino como se indica en la siguiente figura. El primer parámetro es de 90km/h.

```
GPS_VELOCIDAD_LCD $

#include <LiquidCrystal.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#define LIMITE_CUIDAD 35
#define LIMITE_CARRETERA 90
#define PIN_CTRL_CUIDAD A1
#define PIN_CTRL_CARRETERA A2

#define CONTROL_MODO A5

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
```

Figura 72 Ingreso de nuevos parámetros de funcionamiento
Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la siguiente figura 73 se leen los valores de funcionamiento del motor para lo cual se indica que el valor de las revoluciones en el momento que el GPS informa sobre la velocidad inapropiada del vehículo es de 1749rpm en la posición cuatro de la caja de velocidad (cuarta marcha).

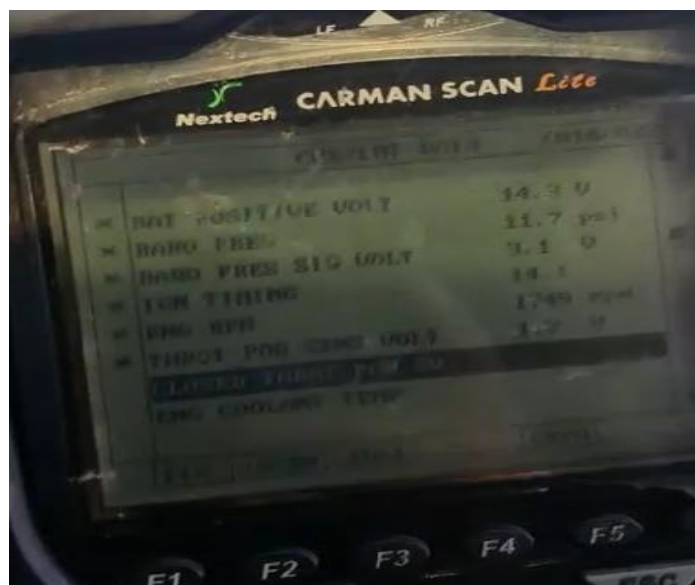
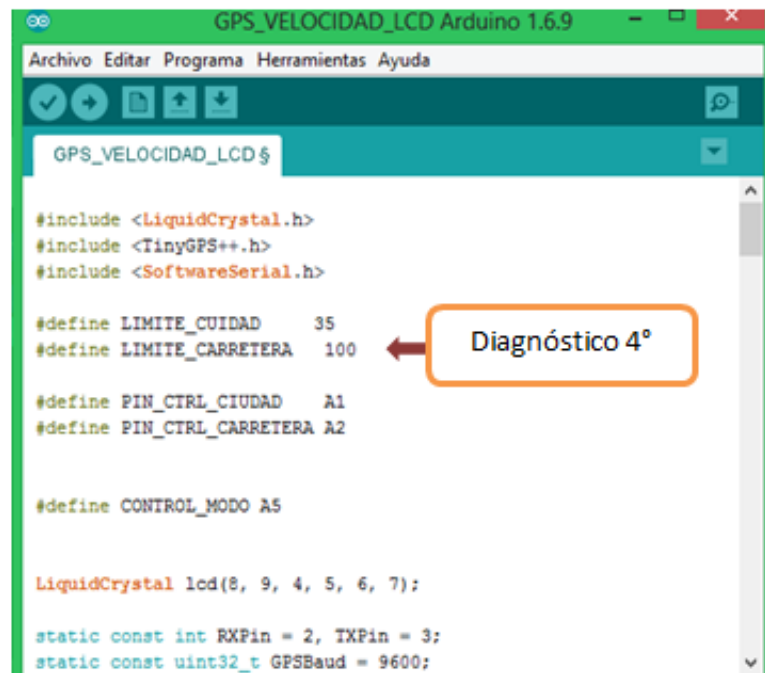


Figura 73 Valores de las rpm a una velocidad de 90km/h
Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la figura 73 se detallan los parámetros más relevantes en el funcionamiento del motor y la disminución de la velocidad al llegar al límite al cual fue programada. Posteriormente se vuelve a programar el Arduino con un nuevo

valor de velocidad en carretera que es 100km/h. En la siguiente figura se observa el nuevo valor que trabajará como límite.



```
GPS_VELOCIDAD_LCD $

#include <LiquidCrystal.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#define LIMITE_CUIDAD 35
#define LIMITE_CARRETERA 100

#define PIN_CTRL_CUIDAD A1
#define PIN_CTRL_CARRETERA A2

#define CONTROL_MODO A5

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
```

Figura 74 Valor de nueva velocidad par acarretera
Fuente: (Quitama & Túlcan)

A continuación, se observan los valores encontrados en el scanner y se ve que el valor de las revoluciones es de 1337rpm en la posición cinco de la caja de velocidad (quinta marcha). lo cual indica que el vehículo se encuentra disminuyendo su velocidad.

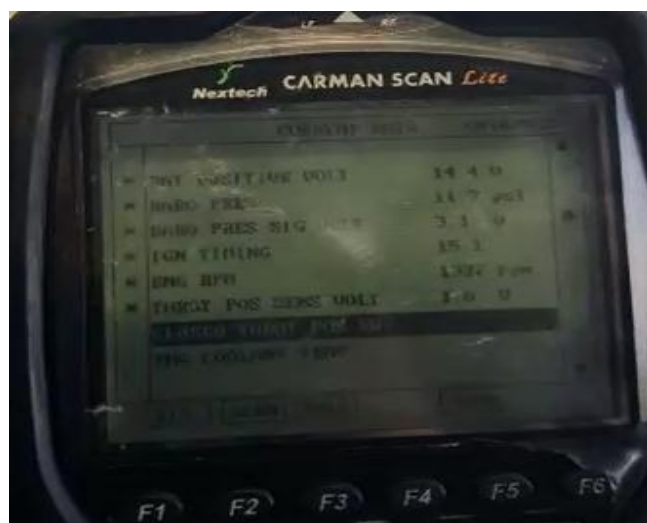


Figura 75 Valores de las rpm a una velocidad de 100km/h.
Fuente: (Quitama & Túlcan)

Las cuatro pruebas realizadas en la camioneta Mazda BT-50 arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 9:

Valores de las pruebas en el vehículo Mazda BT-50

Pruebas en vehículo Mazda BT-50			
	Velocidad Límite (Km/h)	Revoluciones (rpm)	Posición caja de velocidad
En ciudad	35	2187	3° marcha
	40	1743	3° marcha
En carretera	90	1749	4° marcha
	100	1337	5° marcha

Fuente: (Quitama & Túlcan).

4.13 Pruebas de funcionamiento en el automóvil Chevrolet Spark

En la realización de las pruebas en el automóvil Chevrolet Spark se realizó la instalación del dispositivo GPS, en este caso se tomó la precaución de conectar con dispositivos de seguridad como son los fusibles por si pudiese generar algún problema eléctrico, de esta forma se protege tanto al GPS como a los elementos eléctricos y electrónicos del vehículo.

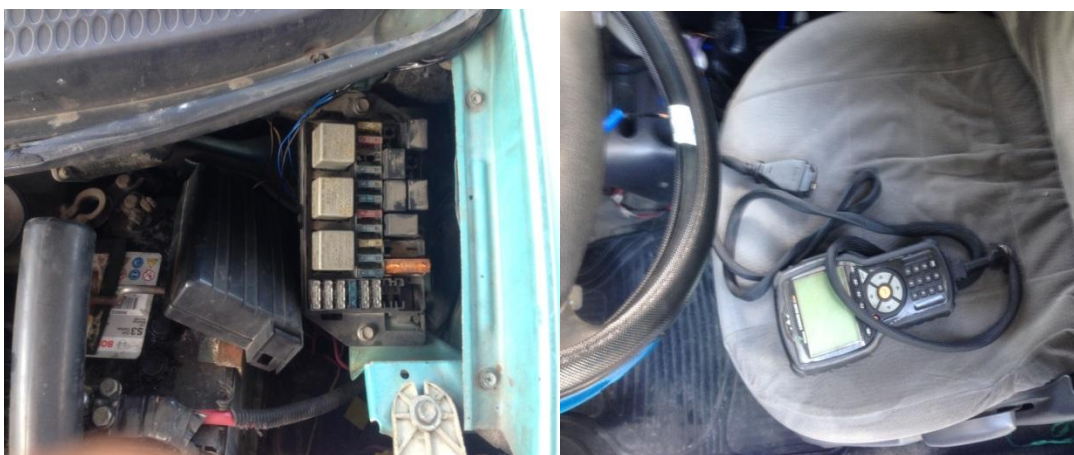
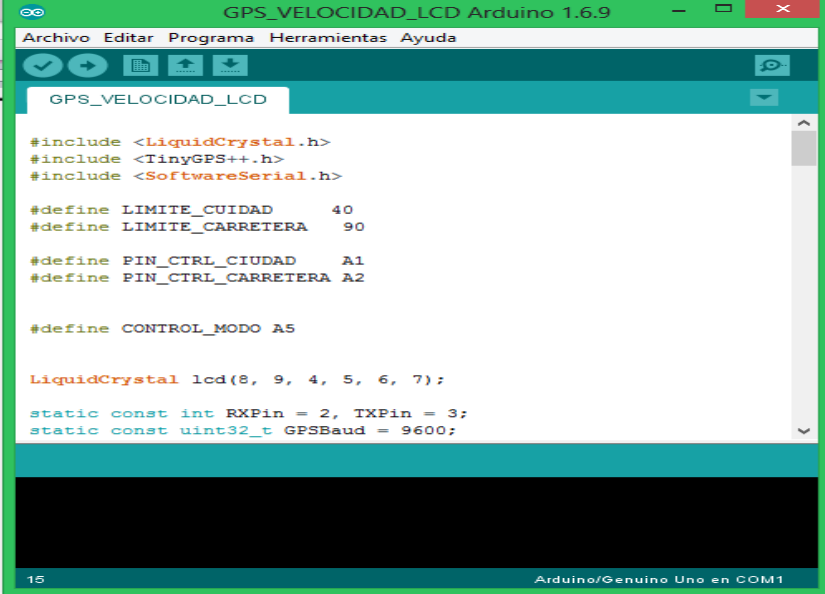


Figura 76 Instalación del GPS en el vehículo Spark

Fuente: (Quitama & Túlcan).

Como se observa en la figura 76 si instala el dispositivo tomando en cuenta la protección a los componentes eléctricos y electrónicos mediante fusibles.

Una vez ya instalado el GPS en el vehículo se realiza la configuración de los parámetros de velocidad en ciudad como en carretera como se indica en la siguiente figura.



```
GPS_VELOCIDAD_LCD Arduino 1.6.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
GPS_VELOCIDAD_LCD
#include <LiquidCrystal.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#define LIMITE_CUIDAD 40
#define LIMITE_CARRETERA 90

#define PIN_CTRL_CUIDAD A1
#define PIN_CTRL_CARRETERA A2

#define CONTROL_MODO A5

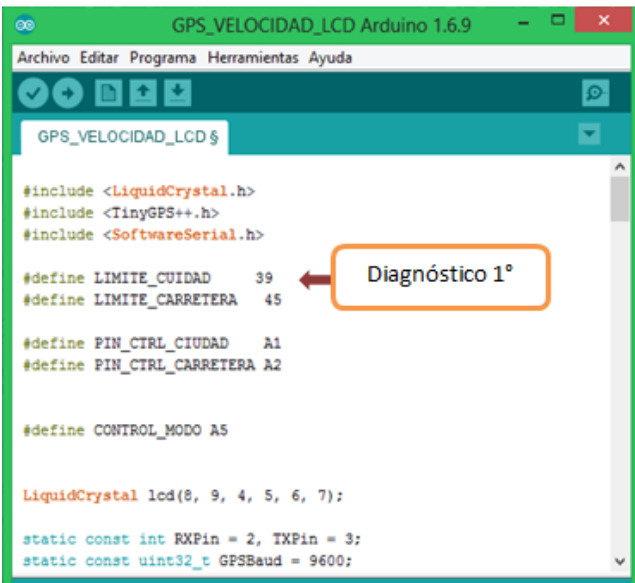
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
15 Arduino/Genuino Uno en COM1
```

Figura 77 Parámetros de funcionamiento
Fuente: (Quitama & Túlcan)

4.13.1 Pruebas de funcionamiento en ciudad vehículo Spark

Se realizó la prueba en ciudad con un límite de velocidad de 39km/h para lo cual se ingresó los parámetros en Arduino como se muestra en la siguiente figura.



```
GPS_VELOCIDAD_LCD Arduino 1.6.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
GPS_VELOCIDAD_LCD $
#include <LiquidCrystal.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#define LIMITE_CUIDAD 39
#define LIMITE_CARRETERA 45

#define PIN_CTRL_CUIDAD A1
#define PIN_CTRL_CARRETERA A2

#define CONTROL_MODO A5

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
```

Figura 78 Modificación de velocidad para ciudad 39km/h.
Fuente: (Quitama & Túlcan)

Para esta prueba se utiliza un scanner automotriz para monitorear parámetros de funcionamiento e identificar si se realiza la desaceleración adecuada el momento que llega el límite de velocidad al cual se programó que es de 39km/h.

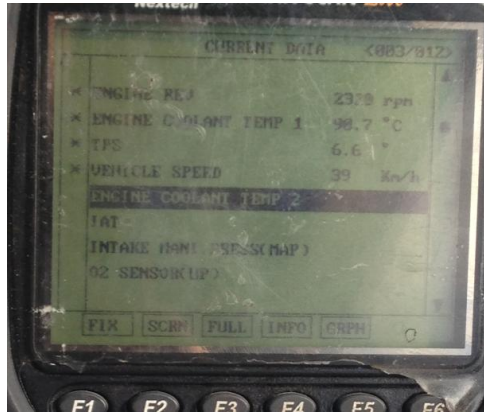


Figura 79 Parámetros de funcionamiento a 39km/h.
Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la figura 79 se observan algunos parámetros del funcionamiento del motor, entre ellos están el voltaje del sensor del cuerpo de aceleración, el sensor de refrigerante del motor entre otros. El valor de la velocidad en este caso se mantiene en un margen no mayor a 39km/h en la posición tres de la caja de velocidad (tercera marcha); ya que el vehículo llegó al límite de velocidad establecido al cual se lo programó el Arduino. Posteriormente se realiza la prueba en ciudad con un límite de velocidad de 40km/h para lo cual se ingresó los parámetros en Arduino como se muestra en la siguiente figura:

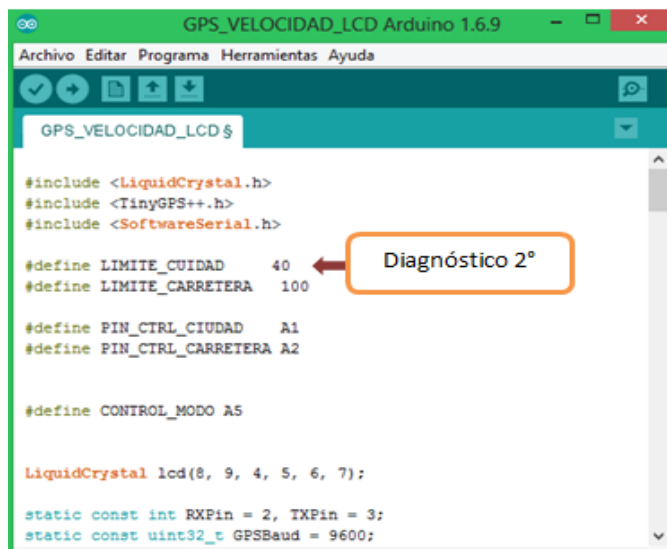


Figura 80 Velocidad para ciudad 40km/h.
Fuente: (Quitama & Túlcan).

De igual forma se utiliza un scanner automotriz para monitorear parámetros de funcionamiento del motor, en la siguiente figura se observan algunos parámetros del vehículo el momento que llegan al valor de velocidad máxima establecida.

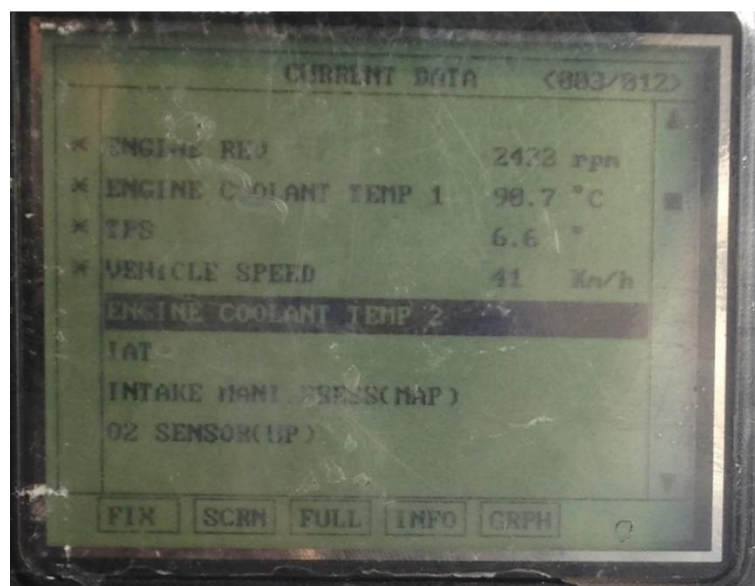


Figura 81 Parámetros de funcionamiento a 40km/h.
Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la figura 81 se observan los valores de revoluciones de motor, el valor del sensor de temperatura del refrigerante y el valor significativo en nuestro estudio es la velocidad del vehículo que se encuentran en 41km/h en la posición tres de la caja de velocidad (tercera marcha), lo cual nos indica que el vehículo no sobrepasa la velocidad establecida. En este caso existe una diferencia mínima del valor de la velocidad, pero se debe a que la obtención de datos se ha realizado con un escáner que no es el original para el vehículo.

4.13.2 Pruebas de funcionamiento en carretera

Para la prueba en carretera se trabajó con dos valores como límites de velocidad, el primero es de 45km/h y el segundo es de 57km/h. Se realizó el ingreso de los nuevos parámetros a la programación de Arduino como se indica en la siguiente figura. El primer parámetro es el de 45km/h.

```
GPS_VELOCIDAD_LCD Arduino 1.6.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
GPS_VELOCIDAD_LCD $
#include <LiquidCrystal.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#define LIMITE_CUIDAD 40
#define LIMITE_CARRETERA 45
#define PIN_CTRL_CIUADAD A1
#define PIN_CTRL_CARRETERA A2

#define CONTROL_MODO A5

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
```

Figura 82 Ingreso de nuevos parámetros de funcionamiento para carretera.
Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la siguiente figura se lee los valores de funcionamiento del motor para lo cual se indica que el valor de las revoluciones en el momento que el GPS informa sobre la velocidad inapropiada del vehículo es de 45km/h.

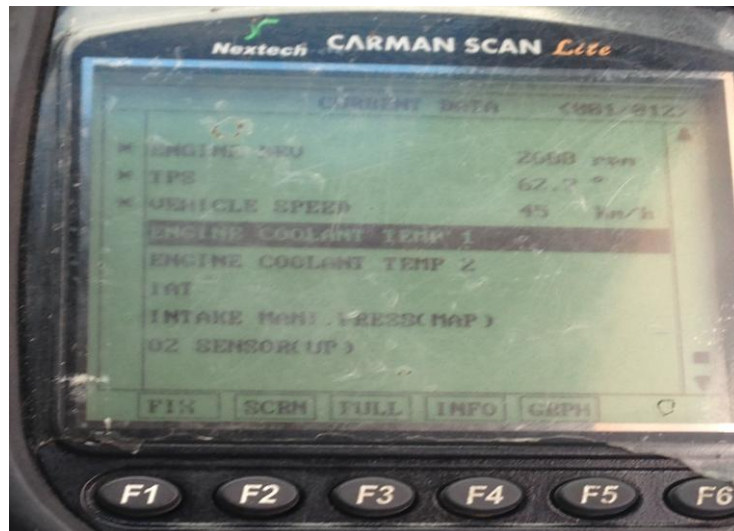
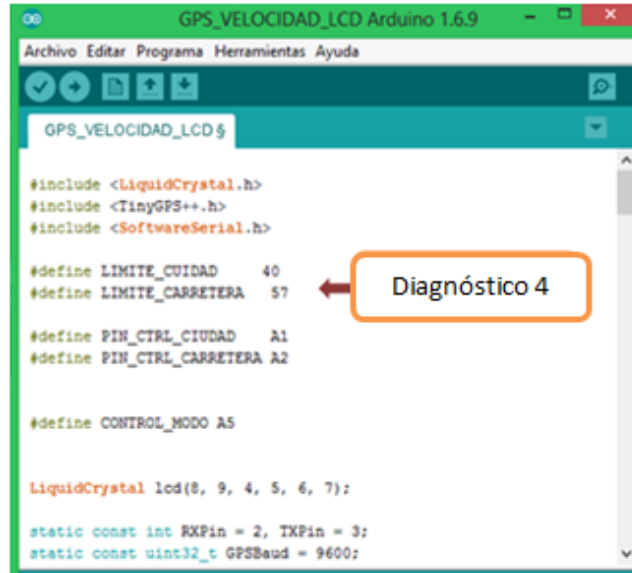


Figura 83 Valores de las rpm a una velocidad de 45km/h.
Fuente: (Quitama & Túlcan)

En la figura 83 se detalla los parámetros más relevantes en el funcionamiento del motor y la disminución de la velocidad al llegar al límite al cual fue programada.

Posteriormente se vuelve a programar el Arduino con un nuevo valor de velocidad en carretera que es 57km/h. En la siguiente figura se observa el nuevo valor que trabajará como límite.



```
GPS_VELOCIDAD_LCD Arduino 1.6.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
GPS_VELOCIDAD_LCD $
#include <LiquidCrystal.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>

#define LIMITE_CUIDAD 40
#define LIMITE_CARRETERA 57

#define PIN_CTRL_CUIDAD A1
#define PIN_CTRL_CARRETERA A2

#define CONTROL_MODO A5

LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);

static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
```

Figura 84 Valor de nueva velocidad par acarretera 57km/h.
Fuente: (Quitama & Túlcan).

En la siguiente figura se observan los valores encontrados en el scanner y se ve que el valor de las revoluciones es de 3349rpm en la posición cinco de la caja de velocidad (quinta marcha), la velocidad no ha sobrepasado los 57km/h lo cual indica que el vehículo se encuentra disminuyendo su velocidad.

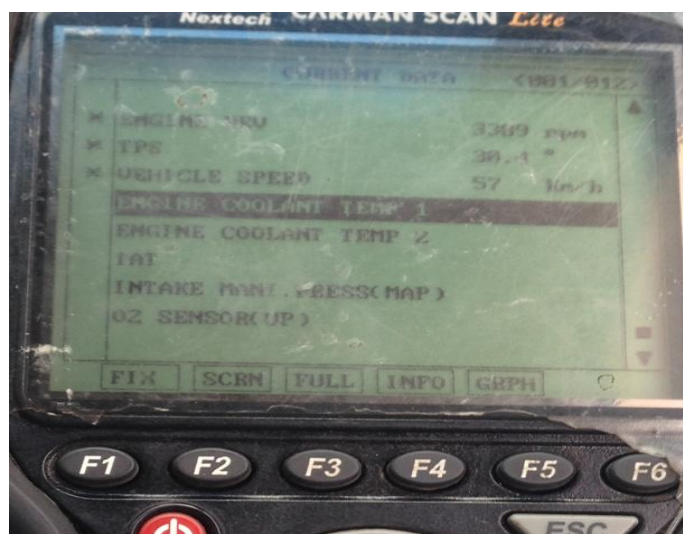


Figura 85 Valores de las rpm a una velocidad de 57km/h.
Fuente: (Quitama & Túlcan)

Las cuatro pruebas realizadas en el automóvil Chevrolet Spark arrojaron los siguientes resultados:

Tabla 10:

Valores de las pruebas en el automóvil Chevrolet Spark

Pruebas en vehículo Chevrolet Spark				
	Velocidad Límite (Km/h)	Revoluciones (rpm)	Velocidad máxima (km/h)	Posición caja de velocidad
En ciudad	39	2370	39	3° marcha
	40	2428	41	3° marcha
En carretera	45	2668	45	4° marcha
	57	2268	57	5° marcha

Fuente: (Quitama & Túlcan)

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El sistema de control electrónico diseñado en Arduino genera con seguridad la velocidad a la cual está circulando el vehículo ya que los valores tanto en el velocímetro y del GPS son iguales a cualquier velocidad en la que esté el automotor.
- El corte de aire en el vehículo Volkswagen Golf dio como prueba fallida ya que presentó códigos de avería en el sistema electrónico e inhabilitó el funcionamiento del cuerpo de aceleración electrónico y del pedal.
- El corte de combustible es viable con el sistema de control de velocidad diseñado en Arduino ya que se obtuvieron resultados claros y precisos tanto en las pruebas de ciudad y carretera.
- En la prueba de ciudad en el vehículo Chevrolet Spark con un límite de 40km/h mostró una diferencia de 0,4% en la lectura de la velocidad del vehículo, esto se debió a que el scanner no es el específico para el tipo de vehículo utilizado en la prueba y presenta lecturas poco acordes a la velocidad que indica el GPS.
- El dispositivo de programación tiene una variación al momento de dar resultados en baja velocidad, varía entre 2 y 3 km/h siendo un valor razonable, mientras que para la velocidad alta es preciso y no presenta ningún cambio.

5.2 Recomendaciones

- Realizar un estudio sobre el corte de suministro de aire mediante un diseño electrónico en Arduino para los vehículos que vengán incorporado con cuerpo de aceleración electrónico.
- Utilizar un equipo de diagnóstico electrónico acorde al vehículo para que no exista errores en la obtención de datos como es la velocidad a la cual se está movilizandando el automotor.
- Se recomienda utilizar la plataforma de hardware libre Arduino puesto que proporciona librerías y herramientas compatibles con varios elementos electrónicos, posibilitando su programación para diversos proyectos.
- Analizar el lugar donde permite realizar el corte de señal ya sea de combustible o de aire para que no interfiera en el correcto funcionamiento del vehículo y así evitar posibles daños que pueden afectar a los diferentes sistemas que se encuentran en el automotor.
- Utilizar una fuente de alimentación para su instalación de 5 a 12 voltios adecuada en el funcionamiento correcto del dispositivo para no causar ningún tipo de daño en la placa de Arduino o en el GPS.
- El dispositivo de corte de alimentación de combustible no se debe manipular manualmente cuando se encuentre activo el led rojo de corte de señal para el cambio de modo ciudad a carreta, ya que dejará de funcionar correctamente y puede generar problemas de conducción.

5.3 Bibliografía

- Agencia Nacional de Tránsito. (07 de 03 de 2016). *Siniestros diciembre 2015*.
Obtenido de Siniestros diciembre 2015:
<http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/3368-siniestros-diciembre-2015>
- Alarcón, V. F. (2010). *Desarrollo de sistemas de información: una metodología basada en el modelado*. Barcelona: Upc Edicions Upc.
- Autodata. (2015). *Autodata*. Obtenido de https://www.autodata.net/es/?f=showCar&car_id=8679
- Autodidactico, P. (s.f.). *Umaservice*. Recuperado el 30 de 12 de 2014, de <http://www.umaservice.com/documentos/k469purutatdu.pdf>
- Chevrolet. (2015). *Automayor*. Obtenido de http://automayor.com.pe/files/pdf_especificaciones/SPARKLITE.pdf
- Dietsche, K. H. (2005). *Manual de la técnica del automóvil*. Alemania: Reverte.
- Galeano, G. (2002). *Progamación de sistemas embebidos*. Madrid: Edigrafos S.A.
- Garcia, M. P. (2014). *Instrumentación electrónica*. España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Jiménez, R. (2010). *Programación de microcontroladores PIC: lenguaje de alto nivel orientado a gama alta*. Bogotá.
- Labelec. (18 de 02 de 2013). *Sensores de Posicion*. Recuperado el 24 de 11 de 2014, de Sensores de Posicion: <http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/Componentes/SPOSICION.htm>
- M. B., & M. S. (2016). *Introducción a arduino*. Madrid: Anaya multimedia.
- Maldonado, C. (24 de 11 de 2011). *ESPOCH*. Recuperado el 24 de 11 de 2014, de ESPOCH: <http://hdl.handle.net/123456789/942>
- Mazda. (2012). *Somerauto*. Obtenido de http://www.somerauto.com.co/Files/TechnicalData/Bt50_DobleCabina.pdf
- Mecanica, I. (s.f.). *Descripcion de sensores y actuadores*. Recuperado el 28 de 12 de 2014, de Descripcion de sensores y actuadores: [dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/Capitulo 3.pdf](dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1130/4/Capitulo%203.pdf)
- Montero, A. C. (2009). *Electrónica*. Editex.

- Piñaloza, V. M. (2011). *Implementación de un banco didáctico con simulación de funcionamiento de un sistema de inyección electrónica Bosch Motronic para la Escuela de Ingeniería Automotriz*. Riobamba.
- posicionamiento, S. d. (s.f.). *Libros electronicos* . Recuperado el 2 de 1 de 2015, de Libros electronicos.
- Quitama, F., & Túlcan, H. (s.f.). *Sistema de control electrónico de velocidad máxima y GPS en una vehículo*.
- R.L. Norton. (2012). *Diseño de maquinaria*. España: McGraw-Hill.
- Ramírez, C. (2008). *Sistema de control de emisiones*. México.
- Ramsden, E. (2011). *Hall-Effect Sensors: Theory and Application*. Newnes.
- Reyes, F., & C. M. (2015). *Arduino: Aplicaciones en robótica, mecatrónica e ingenierías*. Alfaomega.
- Robert, B. (2015). *Sistema de Inyección Electrónica*. Obtenido de Autorex S.A.: http://www.autorex.com.pe/automotriz/sistema_inyeccion/pdf/Sistemas_de_inyeccion_electronica.pdf
- Sánchez, J. B. (04 de 10 de 2004). *Mecánico Automotriz*. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/0B4uwxwKUzRinTVBZMUVyTVpIbDQ/edit>
- SENSING. (23 de 07 de 2013). *Sensores para la medicion de parametros fisicos*. Recuperado el 24 de 11 de 2014, de Sensores para la medicion de parametros fisicos: http://www.sensing.es/Potenciometro_lineal_Cm.htm
- Sensores. (s.f.). *Sensores de efecto hall*. Recuperado el 28 de 12 de 2014, de Sensores de efecto Hall: <http://www.cise.com/Cursosdistancia/Sensores2/index3.htm>
- Solé, A. C. (2012). *Instrumentación Industrial*. España: Marcombo.
- Staff Editorial de Electrónica y Servicio. (2014). *Electrónica y servicio: El circuito LED Driver Global en TV LCD*. México: Digital Comunicación S.A. de C.V.,.
- Torrente, Ó. (2013). *Arduino. Curso práctico de formación*. México: Alfaomega.
- Ungulo, J. M. (2012). *Laboratorio de práctica de microelectrónico*. Madrid: McGraw-Hill.
- Volkswagen. (23 de 02 de 2005). *Acelerador Electronico*. Recuperado el 28 de 12 de 2014, de http://www.aficionadosalamecanica.net/inyeccion_directa2.htm

Volkswagen AG. (s.f.). *Acelerador electronico*. Recuperado el 29 de 12 de 2014, de Acelerador electronico: <http://es.slideshare.net/ToniGim/210-acelerador-electronico>

Wikipedia. (s.f.). *Wikipedia*. Recuperado el 29 de 12 de 2014, de http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_efecto_Hall

ANEXOS

Anexo 1 Fotografías



Figura 86 Prueba de datos GPS
Fuente: (Quitama & Túlcan)



Figura 87 Preparación para su instalación
Fuente: (Quitama & Túlcan)



Figura 88 Conexión de relé
Fuente: (Quitama & Túlcan)



Figura 89 Caja 3D
Fuente: (Quitama & Túlcan)

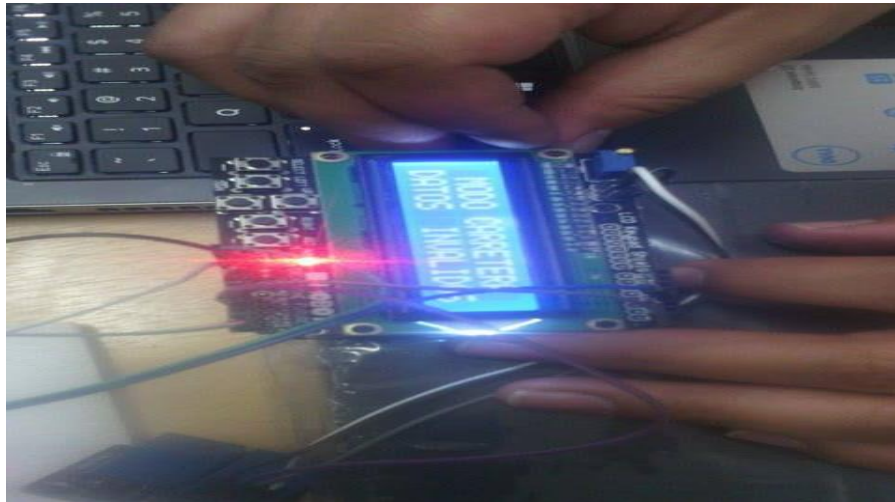


Figura 90 Configuración LCD con computador
Fuente: (Quitama & Túlcan)

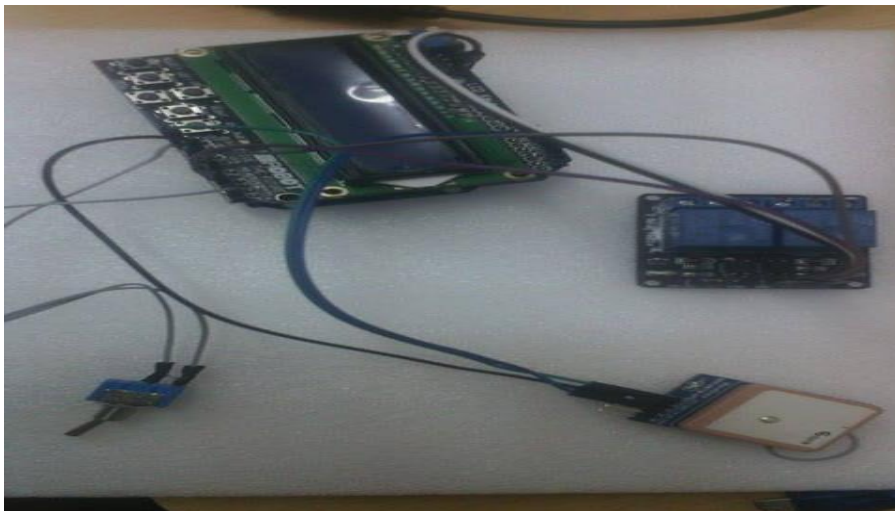


Figura 91 Instalación de los elementos en la placa Arduino
Fuente: (Quitama & Túlcan)

Anexo 2 Mando eléctrico del acelerador

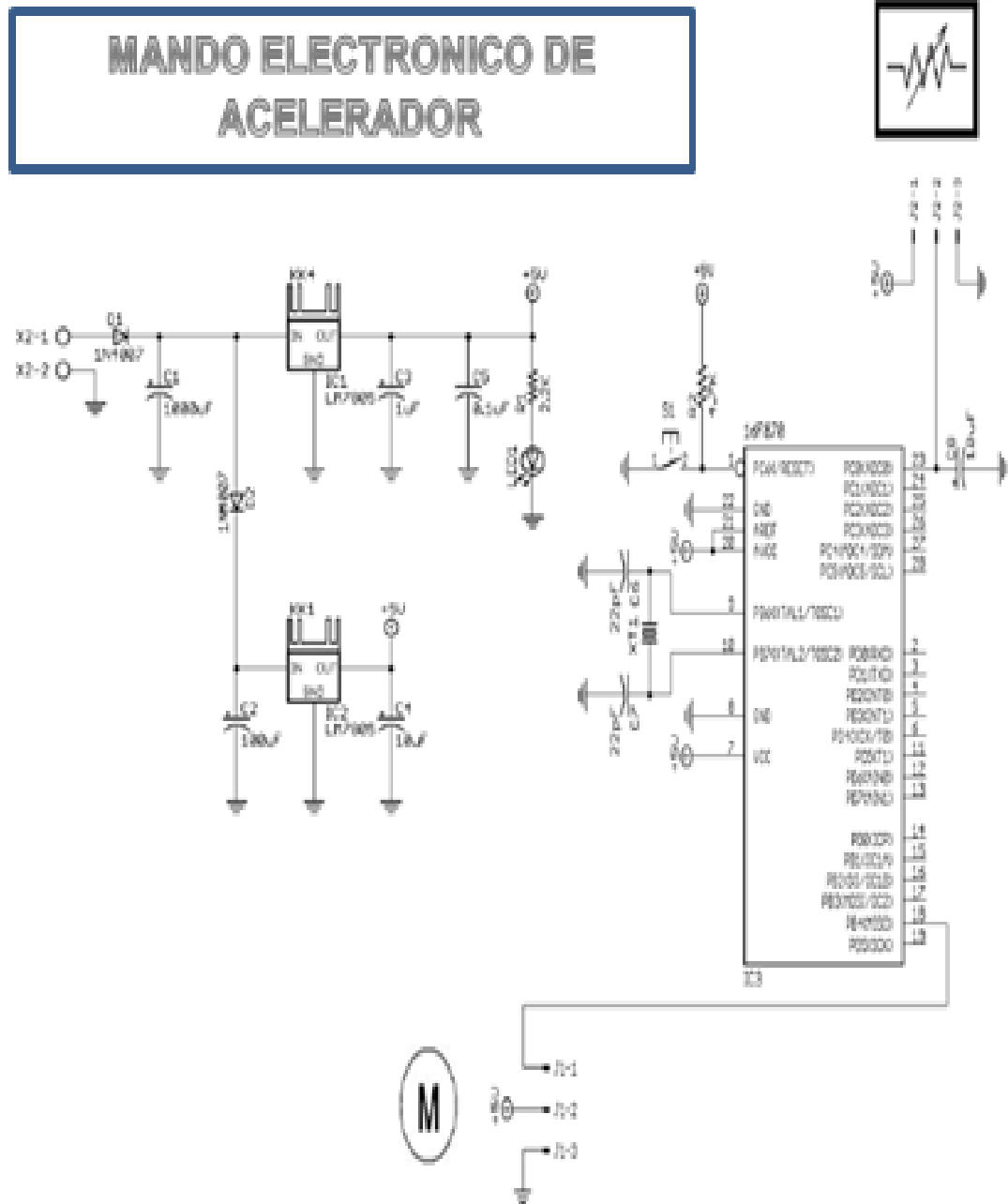


Figura 92 Mando eléctrico de acelerador
Fuente: (Volkswagen, 2005)

Anexo 3 Programación acelerador electrónico

```
int analog = 0; // define el pin 0 como 'analog'
int valor;     // define la variable 'valor'
int valor1;    // define la variable 'valor'
int ledPin = 3;
int ledPin1 = 12;
int Boton;
int buttonRead = 13;
int Rele1 = 9;
int Rele2 = 9;
float pedal=0;
float pedal2=0;
float numero=0;
float enviar=0;
int constante=0;
int const2=0;
void setup(){
  Serial.begin(9600); // configura el puerto serie a 9600bps
  TCCR2B = TCCR2B & B11111000 | B00000001;
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the pin as output
  pinMode(ledPin1, OUTPUT); // sets the pin as output
  pinMode(buttonRead, INPUT_PULLUP); // sets the pin as output
  pinMode(Rele1, OUTPUT); // sets the pin as output
  pinMode(Rele2, OUTPUT); // sets the pin as output
} // no es necesario configurar
    // entradas y salidas
void loop()
{
digitalWrite(ledPin1, HIGH);
  valor = analogRead(analog); // lee el pin 0 y lo asocia a
valor1 = analogRead(analog); // lee el pin 0 y lo asocia a
Boton=digitalRead(buttonRead);
//pedal=0.2222*valor-17.556;
```

```

//pedal2=0.2222*valor-17.556;
pedal=-0.00000008*(valor^3)+0.0001*(valor^2)+0.0948*valor-7.1251;
//pedal2=-0.00000008*(valor^3)+0.0001*(valor^2)+0.0948*valor-4.1251;
//pedal2=0.0944*valor-3.5361;
//pedal2=8.1081*valor+68.189;
//pedal=-0.0002*(valor^2)+0.383*valor-33.906;
pedal2=-0.0002*(valor1^2)+0.383*valor1-33.906;
if (valor<=88){
digitalWrite(Rele1, HIGH);
digitalWrite(Rele2, HIGH);
  constante=1;
  }
  if (valor>88){
digitalWrite(Rele1, LOW);
digitalWrite(Rele2, LOW);
constante=0;
if (Boton==LOW){
digitalWrite(Rele1, HIGH);
digitalWrite(Rele2, HIGH);
delay(100);
digitalWrite(Rele1, LOW);
digitalWrite(Rele2, LOW);
delay(100);
enviar=0;
analogWrite(ledPin, enviar); // analogRead values go from 0 to 1023,
analogWrite values from 0 to 255
constante==2;
  }
  }
if (constante==0 && Boton==HIGH){
  enviar=pedal;
  if (valor>=881){
    const2=1;
  }
}

```

```

}
if (const2==1){
  enviar=pedal;
  if (valor<=81){
    const2=0;
  }
}
if (constante==1 && Boton==HIGH){
  enviar=200;
}
//
//if (constante==1 && const2<1){
// //enviar=abs(pedal2/2);
// analogWrite(ledPin, 0);
// delay(10);
// constante=0;
// const2=1;
//
// }
analogWrite(ledPin, enviar); // analogRead values go from 0 to 1023,
analogWrite values from 0 to 255
Serial.println(valor); // envía valor analógico
delay(200);
//delay(500); // espera 1 segundo
}
TAC SIN SWITCH FRENO 2
o diceint analog = 0; // define el pin 0 como 'analog'
int valor; // define la variable 'valor'
int valor2;
int ledPin = 3;
int ledPin1 = 12;
int Boton;
int buttonRead = 13;
int Rele1 = 9;

```

```

int Rele2 = 9;
float pedal=0;
float pedal2=0;
float numero=0;
float enviar=0;
int constante=0;
int const2=0;
void setup(){
  Serial.begin(9600); // configura el puerto serie a 9600bps
  TCCR2B = TCCR2B & B11111000 | B00000001;
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the pin as output
  pinMode(ledPin1, OUTPUT); // sets the pin as output
  pinMode(buttonRead, INPUT_PULLUP); // sets the pin as output
  pinMode(Rele1, OUTPUT); // sets the pin as output
  pinMode(Rele2, OUTPUT); // sets the pin as output
  } // no es necesario configurar
    // entradas y salidas
void loop()
{
digitalWrite(ledPin1, HIGH);
  valor = analogRead(analog); // lee el pin 0 y lo asocia a
valor2 = analogRead(analog); // lee el pin 0 y lo asocia a
Boton=digitalRead(buttonRead);
//pedal=0.2222*valor-17.556;
//pedal2=0.2222*valor-17.556;
pedal=-0.00000008*(valor^3)+0.0001*(valor^2)+0.0948*valor-7.1251;
//pedal2=-0.00000008*(valor^3)+0.0001*(valor^2)+0.0948*valor-4.1251;
//pedal2=0.0944*valor-3.5361;
//pedal2=8.1081*valor+68.189;
//pedal=-0.0002*(valor^2)+0.383*valor-33.906;
pedal2=-0.0002*(valor2^2)+0.383*valor2-33.906;
if (valor<=88){
digitalWrite(Rele1, HIGH);
digitalWrite(Rele2, HIGH);

```

```

    constante=1;
//
}
    if (valor>88){
digitalWrite(Rele1, LOW);
digitalWrite(Rele2, LOW);
constante=0;
    }
if (constante==0){
    enviar=pedal;
    if (valor>=881){
        const2=1;
    }
}
if (const2==1){
    enviar=pedal;
    if (valor<=81){
        const2=0;
    }
}
if (constante==1){
    enviar=200;
}
//
//if (constante==1 && const2<1){
// //enviar=abs(pedal2/2);
// analogWrite(ledPin, 0);
// delay(10);
// constante=0;
// const2=1;
//
// }
analogWrite(ledPin, enviar); // analogRead values go from 0 to 1023,
analogWrite values from 0 to 255

```

```
Serial.println(valor); // envía valor analógico  
delay(200);  
//delay(500); // espera 1 segundo
```

Anexo 4 Programación GPS

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#define LIMITE_CUIDAD 45
#define LIMITE_CARRETERA 85
#define PIN_CTRL_CUIDAD A1
#define PIN_CTRL_CARRETERA A2
#define LED_CUIDAD 13
#define LED_CARRETERA A3
#define CONTROL_MODO A4
#define LED_SENAL_OUT A5
int adc_key_in = 0;
int flag_modos = 0 ;
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
static const int RXPin = 2, TXPin = 3;
static const uint32_t GPSBaud = 9600;
TinyGPSPlus gps;
SoftwareSerial ss(RXPin, TXPin);
void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.print("CONTROL VELOCIDAD");
  Serial.begin(115200);
  ss.begin(GPSBaud);
  pinMode(CONTROL_MODO,INPUT);
  digitalWrite(CONTROL_MODO, HIGH);
  pinMode(PIN_CTRL_CUIDAD,OUTPUT);
  digitalWrite(PIN_CTRL_CUIDAD, HIGH);
  pinMode(PIN_CTRL_CARRETERA,OUTPUT);
  digitalWrite(PIN_CTRL_CARRETERA, HIGH);
  pinMode(LED_CUIDAD,OUTPUT);
  digitalWrite(LED_CUIDAD, LOW);
  pinMode(LED_CARRETERA ,OUTPUT);
```

```

digitalWrite(LED_CARRETERA , LOW);
  pinMode(LED_SENAL_OUT ,OUTPUT);
digitalWrite(LED_SENAL_OUT , LOW);
delay(2000);
  lcd.clear();
digitalWrite(LED_CUIDAD, HIGH);
digitalWrite(LED_CARRETERA , HIGH);
digitalWrite(LED_SENAL_OUT , HIGH);
//digitalWrite(PIN_CTRL_CIUDDAD, LOW);
//digitalWrite(PIN_CTRL_CARRETERA, LOW);
delay(250);
digitalWrite(LED_CUIDAD, LOW);
digitalWrite(LED_CARRETERA , LOW);
digitalWrite(LED_SENAL_OUT , LOW);
//digitalWrite(PIN_CTRL_CIUDDAD, HIGH);
//digitalWrite(PIN_CTRL_CARRETERA, HIGH);
delay(250);
}
void loop() {
  while (ss.available() > 0)
    if (gps.encode(ss.read()))
      displayInfo();
  if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10)
  {
    Serial.println(F("NO SE HA DETECTADO GPS."));
    while(true);
  }
}
void displayInfo()
{
  Serial.print(F("LOCALIZACION: "));
  Serial.println();
  adc_key_in = analogRead(0);
  Serial.println(adc_key_in);
}

```



```

if(adc_key_in>630 && adc_key_in<650){
    delay(250);
    if (flag_mod0 ==0){
        flag_mod0 = 1;
    }
    if (flag_mod0 ==1){
        flag_mod0 = 0;
    }
}
Serial.println(flag_mod0);
if(digitalRead(CONTROL_MODO)){
    lcd.setCursor(0,0);
    // lcd.print(" MODO CUIDAD ");
    Serial.print(" MODO CUIDAD ");
flag_mod0 = 0 ;
    #define LED_CUIDAD    13
    #define LED_CARRETERA    A3
    #define CONTROL_MODO    A4
    #define LED_SENAL_OUT    A5
    }else{
        lcd.setCursor(0,0);
        // lcd.print(" MODO CARRETERA ");
        Serial.print(" MODO CARRETERA ");
flag_mod0 = 1 ;
    }
if(flag_mod0){
    digitalWrite(LED_CUIDAD, LOW);
    digitalWrite(LED_CARRETERA, HIGH);
}else{
    digitalWrite(LED_CUIDAD, HIGH);
    digitalWrite(LED_CARRETERA, LOW);
}
    if (gps.location.isValid())
{

```

```

Serial.print(gps.location.lat(), 6);
Serial.print(F(", "));
Serial.print(gps.location.lng(), 6);
Serial.print(F(", "));
Serial.print(gps.speed.kmph(), 6);
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("V: ");
lcd.print(gps.speed.kmph(),2);
lcd.print(" km/h ");

if(digitalRead(CONTROL_MODO)){
  lcd.setCursor(0,0);
  //lcd.print(" MODO CUIDAD ");
  digitalWrite(LED_CUIDAD, HIGH);
  digitalWrite(LED_CARRETERA, LOW);
  if(gps.speed.kmph()>=LIMITE_CUIDAD){
    Serial.println();
    Serial.print("VELOCIDAD MAS DE 50KM/H");
    digitalWrite(PIN_CTRL_CIUDDAD, LOW);
    digitalWrite(LED_SENAL_OUT, HIGH);
  }else{
    digitalWrite(PIN_CTRL_CIUDDAD, HIGH);
    digitalWrite(LED_SENAL_OUT, LOW);
  }
  }else{
    lcd.setCursor(0,0);
    //lcd.print(" MODO CARRETERA ");
    digitalWrite(LED_CUIDAD, LOW);
    digitalWrite(LED_CARRETERA, HIGH);
    if(gps.speed.kmph()>=LIMITE_CARRETERA){
      Serial.println();
      Serial.print("VELOCIDAD MAS DE 90KM/H");
      digitalWrite(PIN_CTRL_CARRETERA, LOW);
      digitalWrite(LED_SENAL_OUT, HIGH);
    }
  }
}

```

```

    }else{
        digitalWrite(PIN_CTRL_CARRETERA, HIGH);
        digitalWrite(LED_SENAL_OUT, LOW);
    }
}
}
else
{
    Serial.print(F("DATOS INVALIDOS"));
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("DATOS INVALIDOS");
}
Serial.println();
Serial.print(F(" Date/Time: "));
if (gps.date.isValid())
{
    Serial.print(gps.date.month());
    Serial.print(F("/"));
    Serial.print(gps.date.day());
    Serial.print(F("/"));
    Serial.print(gps.date.year());
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print(gps.date.month());
    lcd.print(F("/"));
    lcd.print(gps.date.day());
    lcd.print(F("/"));
    lcd.print(gps.date.year());
}
Serial.println();
if (gps.time.isValid())
{
    if ((gps.time.hour()-5) < 10) Serial.print(F("0"));
    Serial.print(gps.time.hour());
    Serial.print(F(":"));

```

```

    if (gps.time.minute() < 10) Serial.print(F("0"));
    Serial.print(gps.time.minute());
    Serial.print(F(":"));
    if (gps.time.second() < 10) Serial.print(F("0"));
    Serial.print(gps.time.second());
    Serial.print(F("."));
    if (gps.time.centisecond() < 10) Serial.print(F("0"));
    Serial.print(gps.time.centisecond());
    lcd.setCursor(11,0);
    if ((gps.time.hour()-5) < 10) lcd.print(F("0"));
    lcd.print(gps.time.hour()-5);
    lcd.print(F(":"));
    if (gps.time.minute() < 10) lcd.print(F("0"));
    lcd.print(gps.time.minute());
    }
else
{
    Serial.print(F("INVALID"));
}
Serial.println();

}

```