



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz

**DISEÑO DEL MANDO ELECTRÓNICO DEL ACELERADOR PARA EL
VEHÍCULO CHEVROLET LUV 2.2I**

Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de
Ingeniero Mecánico Automotriz

Autor:

Luis Sebastián Espinosa Román

Director:

Edgar Mauricio Barros Barzallo.

Cuenca, Ecuador

2014

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a mi familia, especialmente a mis padres Luis y Anita pilares fundamentales de mi vida en general y en el transcurso de mi carrera, estoy seguro que sin su esfuerzo, sus consejos y apoyo no hubiese alcanzado este gran objetivo de culminar mis estudios universitarios.

Luis S. Espinosa Román

AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a Dios por brindarme vida y salud para culminar con éxito mi carrera universitaria y obtener este gran objetivo en mi vida.

A mi Director de Tesina Ing. Mauricio Barros B. por brindarme sus conocimientos y apoyo para culminar con éxito este trabajo de titulación.

Debo manifestar mi sincero agradecimiento a la Universidad del Azuay, en especial a mi Escuela de Ingeniería Mecánica Automotriz, con todo su personal docente por compartir incondicionalmente sus conocimientos que serán pilares en mi desenvolvimiento profesional.

Luis S. Espinosa Román

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ANÁLISIS DEL ACELERADOR MECÁNICO CHEVROLET LUV 2.2I	
1.1. Componentes.....	3
1.1.1. Pedal del acelerador	3
1.1.2. Cable de acero.....	5
1.1.3. Cuerpo de aceleración.....	6
1.2. Tipos de mandos	8
1.2.1. - Mando por varillas.....	8
1.2.2. - Mando por cable	9
1.2.3.- Mando electrónico	10
1.3. Funcionamiento del sistema mecánico	11
1.3.1. Reposo.....	11
1.3.2. Ralentí.....	11
1.3.3. Media carga.....	12
1.3.4. Plena carga	12
1.3.5. Aceleración	12
1.3.6. Desaceleración	12

CAPÍTULO II: CRITERIOS DE DISEÑO DEL MANDO ELECTRÓNICO DE ACELERADOR

2.1. -Sensor de posición del pedal de acelerador	14
2.1.1. Sensores magnéticos o inductivos.....	15
2.1.2. Sensor de efecto hall	17
2.1.4. Sensores resistivos	20
2.1.5. Tabulación de resultados.....	22
2.1.6. Selección del sensor de posición resistivo para el mando de acelerador	23
2.2. - Servo-motor eléctrico	25
2.2.1. Torque de accionamiento requerido.....	25
2.2.2. Selección del servo motor a utilizar	30
2.3. - Unidad de procesamiento de información	31
2.3.1. Micro controlador	32
2.4. - Criterios para ensamble de componentes.....	36
2.4.1. En el cuerpo de aceleración	36
2.4.2. En el pedal del acelerador	37

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA DE MANDO ELECTRÓNICO DEL ACELERADOR

3.1. Pedal de acelerador	39
3.2. Cuerpo de aceleración	42
3.3. Conjunto electrónico de control.....	44
3.3.1. Fuente de transformación.....	44
3.3.2. Circuito de control	45
3.3.3. Programación electrónica.....	46
3.4. Montaje y funcionamiento en el vehículo	53

CAPÍTULO IV: SIMULACIÓN DEL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MANDO ELECTRÓNICO DEL ACELERADOR

4.1. Preparación de la maqueta didáctica	56
4.2. Adquisición de datos.....	57
4.3. Introducción al <i>Software Labview</i>	60

4.4. Simulación.....	67
4.4.1. Pedal de acelerador en reposo, (figura 4.12).....	67
4.4.2. Pedal de acelerador en movimiento, (figura 4.13).	67
4.4.3. Pedal de acelerador en máxima carga, (figura 4.14.).	68
ACRÓNIMOS	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	72
ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1.1. Pedal de acelerador Chevrolet Luv 2.2l	4
Figura. 1.2. Cable de acelerador Chevrolet Luv 2.2l	5
Figura. 1.3. Cuerpo de aceleración Chevrolet Luv 2.2l	7
Figura. 1.4. Varilla de acelerador.....	9
Figura. 1.5. Cable de acelerador.	10
Figura. 1.6. Cuerpo de acelerador electrónico.	11
Figura. 2.1. Sensor de posición inductivo.....	16
Figura. 2.2. Sensor de posición efecto hall.	17
Figura. 2.3. Sensor óptico.	19
Figura. 2.4. Sensores de posición de rotación.....	21
Figura. 2.5. Sensor de rotación CTS serie 525.....	24
Figura. 2.6. Desmontaje muelles de retorno cuerpo de aceleración.....	26
Figura. 2.7. Brazo de accionamiento de prueba.	26
Figura. 2.8. Primera etapa de prueba (sin pesos)	27
Figura. 2.9. Segunda etapa de prueba primer peso (0,065 kg.).....	28
Figura. 2.10. Tercera etapa de prueba segundo peso (0,01kg.).....	28
Figura. 2.11. Magnitud de pesas de prueba.....	29
Figura. 2.12. Servo motor	31
Figura. 2.13. Micro Controlador.	34
Figura. 2.14. Pines ATmega 328P	35
Figura. 3.1. Maqueta didáctica.....	39
Figura. 3.2. Base de sensor de rotación.....	40
Figura. 3.3. Platina de accionamiento del sensor de rotación.	40
Figura. 3.4. Base del sensor de rotación Fijada.	41
Figura. 3.5. Corte de brazo del pedal de acelerador.....	41
Figura. 3.6. Protuberancia de calibración.	42
Figura. 3.7. Roscado de agujeros para sujeción del servo motor.	43
Figura. 3.8. Eje de mariposa de acelerador.	43

Figura. 3.9. Base del servo motor.	44
Figura. 3.10. Esquema electrónico mando del acelerador.	46
Figura. 3.11. Placa ARDUINO para grabado de AVR'S.....	47
Figura. 3.12. Selección de la tarjeta Arduino.....	48
Figura. 3.13. Programa de control de un servo motor.....	49
Figura. 3.14. Obtención de rangos de funcionamiento.	51
Figura. 3.15. Cuerpo de aceleración electrónico.....	53
Figura. 3.16. Mando electrónico en reposo.....	54
Figura. 3.17. Mando electrónico en aceleración.	54
Figura. 4.1. Cables de señal.	56
Figura. 4.2. Tarjeta DAQ NI 6009	58
Figura. 4.3. Pines Tarjeta DAQ NI 6009	58
Figura. 4.4. Conexión de Pines	60
Figura. 4.5. Adquisición de Señal.....	61
Figura. 4.6. DAQ Assistant	62
Figura. 4.7. Pin de adquisición DAQ Assistant.	62
Figura. 4.8. Configuración DAQ Assistant.....	63
Figura. 4.9. DAQ Assistant diagrama de bloque.	64
Figura. 4.10. Panel frontal.....	65
Figura. 4.11. Diagrama de bloque final.	66
Figura. 4.12. Simulación de Reposo.	67
Figura. 4.13. Movimiento del pedal.....	68
Figura. 4.14. Máxima carga.	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Asignación de calificaciones.....	22
Tabla 2.2. Evaluación de sensores.....	22
Tabla 2.3. Pines del micro controlador.....	35
Tabla 2.4. Costo de elementos principales.....	36
Tabla 3.1. Costo de diseño del mando electrónico	52
Tabla 3.2. Costo total del trabajo de titulación	53

DISEÑO DEL MANDO ELECTRÓNICO DEL ACELERADOR PARA EL VEHÍCULO CHEVROLET LUV 2.2I

RESUMEN

El diseño del sistema de mando de acelerador electrónico para el vehículo Chevrolet Luv 2.2.L, determinó la eliminación de los problemas relacionados al mantenimiento y seguridad de los elementos mecánicos, se analizó el sistema de mando mecánico actual con el fin de establecer los criterios para el cambio a un mando electrónico. Se describieron las características de los elementos: sensor de posición de pedal de acelerador, unidad electrónica de control y servo motor actuador. Así como las adaptaciones mecánicas para el funcionamiento de este nuevo sistema. Se fabricó una maqueta para la simulación del funcionamiento del sistema durante la sustentación de este trabajo de titulación. Como resultado final se estableció mediante este trabajo de titulación una guía para la implementación de este sistema de mando electrónico en este vehículo.

Palabras Claves: Mando de acelerador, electrónico, sensor de posición de pedal acelerador, unidad electrónica de control, Servo Motor actuador.



Ing. Mauricio Barros Barzallo.
Director de Escuela.



Ing. Mauricio Barros Barzallo.
Director de Tesis.



Luis S. Espinosa Román.
Autor.

ABSTRACT

DESIGN OF A FLY-BY-WIRE ELECTRONIC THROTTLE CONTROL FOR A CHEVROLET LUV 2.2L VEHICLE

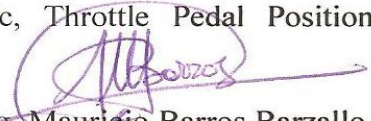
The design of a fly-by-wire electronic throttle control system for the Chevrolet Luv 2.2.L vehicle determined the eradication of problems related to maintenance and safety of mechanical elements. The current mechanical control system was analyzed in order to establish criteria for switching to an electronic control. The characteristics of the elements such as throttle pedal position sensor, electronic control unit and servomotor actuator, as well as the mechanical adjustments for the operation of this new system were described. For the dissertation of this graduation work, a prototype simulator to show how the system functions was fabricated. The end result was a guide for the implementation of this electronic control system in this vehicle.

Keywords: Fly-By-Wire Throttle Control, Electronic, Throttle Pedal Position Sensor, Electronic Control Unit, Actuator Servo Motor.

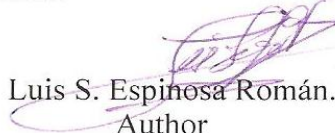
Ing. Mauricio Barros Barzallo.
School Director



Ing. Mauricio Barros Barzallo.
Thesis Director



Luis S. Espinosa Román.
Author



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo



Luis Sebastián Espinosa Román

Trabajo de Titulación.

Ing. Mauricio Barros B.

Marzo, 2014

DISEÑO DEL MANDO ELECTRÓNICO DEL ACELERADOR PARA EL VEHÍCULO CHEVROLET LUV 2.2I

INTRODUCCIÓN

Actualmente se han implementado en los vehículos sistemas electrónicos de control de la aceleración pues ofrecen mayor seguridad de operación y en conjunto con la computadora del vehículo ejercen un mejor control de la admisión del motor, con esto se genera mayor rendimiento del motor, mayor eficiencia de combustible y confort para el conductor comparado con sistemas comunes de acelerador de tipo mando mecánico. Vehículos como el Chevrolet Luv 2.2I, están dotados de un sistema mixto de acelerador que incorporan una parte electrónica pues se adhieren componentes como el sensor de posición de la mariposa de acelerador (TPS) y la válvula de control de marcha mínima (IAC) y también constan de una parte mecánica debido a que el mando de estos sistemas es realizado mediante un cable de acero; dentro de estos sistemas considerados mixtos no existen modificaciones que permitan convertirlos en sistemas de control de naturaleza electrónica en su totalidad con la finalidad de eliminar los problemas de mantenimiento y seguridad que generan los componentes mecánicos.

En este trabajo de titulación se realizó el diseño del mando electrónico del vehículo Chevrolet Luv 2.2I, para remplazar el mando de naturaleza mecánica que dispone este vehículo.

Se realizó el análisis del funcionamiento del sistema mecánico de aceleración del vehículo Chevrolet Luv 2.2l, para establecer los parámetros de conversión a un sistema de mando electrónico, fueron analizados los elementos electrónicos necesarios, las adaptaciones mecánicas requeridas así como los costos para conformar el nuevo sistema de mando electrónico; el sistema fue montado y probado en una maqueta didáctica así como en el vehículo propuesto, además se realizó una simulación en el *software labview* para presentar las señales que este sistema genera.

CAPÍTULO I

ANÁLISIS DEL ACELERADOR MECÁNICO CHEVROLET LUV 2.2I

1.1. Componentes

A continuación se describen las particularidades de los componentes del sistema de mando de acelerador con los que el vehículo Chevrolet Luv 2.2I, viene dotado de fábrica, todos estos elementos son de naturaleza mecánica y en este trabajo de titulación están sujetos a cambios por lo que resulta de gran importancia el análisis de su funcionamiento y constitución. Se analiza al pedal de acelerador, cable de acero y al cuerpo de aceleración.

1.1.1. Pedal del acelerador

Este elemento se encuentra ubicado en la parte inferior del puesto del conductor en el interior de la cabina junto con los pedales de freno y de embrague, es accionado por el pie derecho del conductor. Este elemento mecánico es el que recibe el esfuerzo generado por el conductor transmitiéndolo mediante un anclaje al cable de acero que también es solidario al cuerpo de aceleración para controlar el régimen de aceleración deseado, consta de las siguientes partes según se muestra a continuación en la figura 1.1.

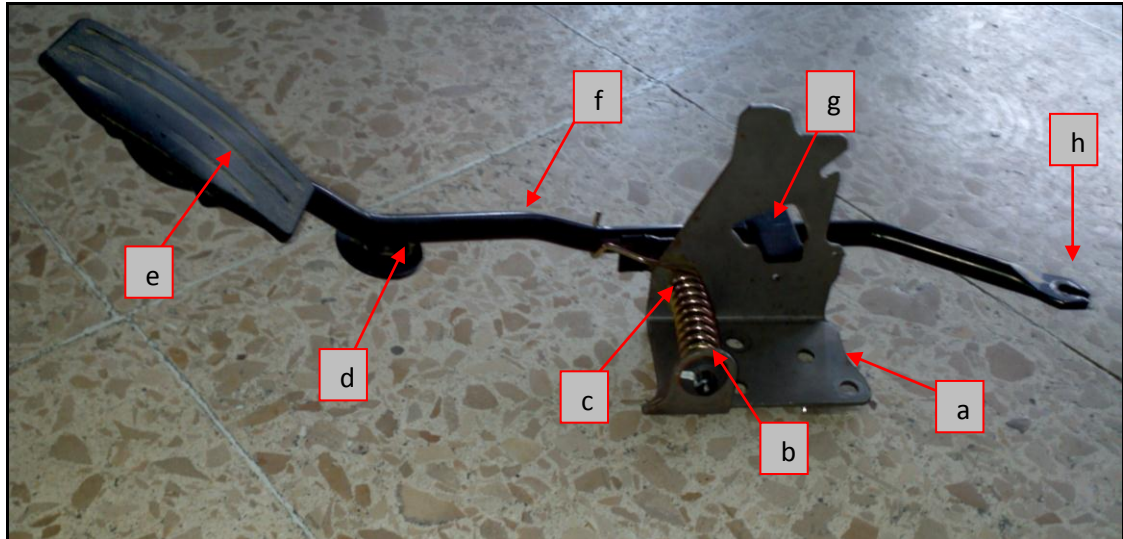


Figura. 1.1. Pedal de acelerador Chevrolet Luv 2.2I

Nomenclatura:

- a) **Base.-** Presenta los agujeros de sujeción a la carrocería y sirve de apoyo para todos los elementos que lo conforman.
- b) **Eje de giro.-** Sostenido en la base sirve para la basculación del brazo del pedal de acelerador.
- c) **Muelle de recuperación.-** Solidario con la base y el brazo del pedal de acelerador mantiene el pedal en posición de ‘desaceleración’ en caso de no ejercer ninguna fuerza de accionamiento.
- d ; g) **Tope.-** Limita el rango de movimiento del pedal del acelerador.
- e) **Cubierta antideslizante.-** Está conformada de plástico suave sirve para evitar cualquier problema de resbalamiento del pedal del acelerador en el momento del accionamiento al contacto con el calzado del conductor.
- f) **Brazo.-** Es el elemento basculante que cambia el sentido del movimiento al accionar el pedal del acelerador, generando un arrastre del cable de acero.

g) **Gancho de cable de acero.**- En este gancho se sujeta el cable de acero al pedal del acelerador.

1.1.2. Cable de acero

Este elemento es el encargado de transmitir el movimiento ejercido por el conductor mediante el pedal de acelerador hasta el cuerpo de aceleración, donde mediante una palanca se ejerce una fuerza que actúa sobre el eje de la mariposa de aceleración haciéndola girar generando así el régimen de carga del motor deseado, consta de las siguientes partes según se muestra a continuación en la figura 1.2.

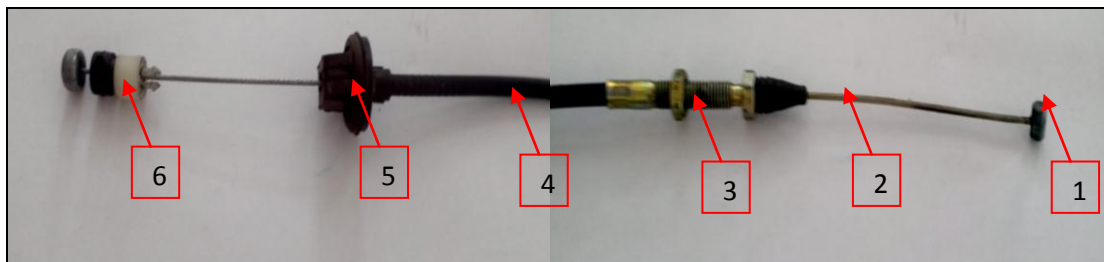


Figura. 1.2. Cable de acelerador Chevrolet Luv 2.2i

Nomenclatura:

1-Traba de cable en la mariposa de aceleración.- Esta protuberancia sirve para asegurar el cable de acero en el mecanismo de la mariposa de aceleración.

2-Cable de acero.- Tiene un diámetro de 3mm, se constituye de varias hebras trenzadas para mejorar su flexibilidad y resistencia, transmite el movimiento desde el pedal hasta el cuerpo de aceleración, los materiales usados para su construcción son acero galvanizado y acero inoxidable.

3-Mecanismo de calibración del cable de acelerador.- Posee dos tuercas de calibración y una rosca que se sujetan del cuerpo de aceleración para variar el juego libre del pedal de acelerador variando de esta forma también el rango de movimiento del acelerador.

4-Funda plástica protectora.- Protege al cable de acero de los elementos externos como polvo y humedad que son los principales causantes de averías a demás es solidaria al mecanismo de calibración.

5-Seguro del cable en la carrocería.- Sirve de anclaje de la funda protectora a la carrocería se encuentra separando el cable en una parte exterior que se encuentra en el compartimento del motor del vehículo y va hacia el cuerpo de aceleración y una interior en el habitáculo del conductor que se dirige al pedal de acelerador.

6-Traba de cable en el pedal de acelerador.- Sirve para enclavar el cable del acelerador mediante un seguro en el pedal de acelerador.

1.1.3. Cuerpo de aceleración

Conforma el colector de admisión de aire del motor, está formado por varios elementos los cuales al recibir el movimiento desde el pedal de acelerador dosifican el paso de aire regulando la carga del motor, además cuenta con elementos satélites que complementan el funcionamiento como el sensor TPS (sensor de posición de la mariposa de aceleración) que se encarga de determinar la posición de la mariposa de aceleración para el control de la inyección, así también como la válvula IAC (válvula de control de marcha mínima) que genera una derivación de aire *by pass* en el momento de mantener en funcionamiento el motor en mínima carga sin aceleración, consta de las siguientes partes según se observa a continuación en la figura 1.3.

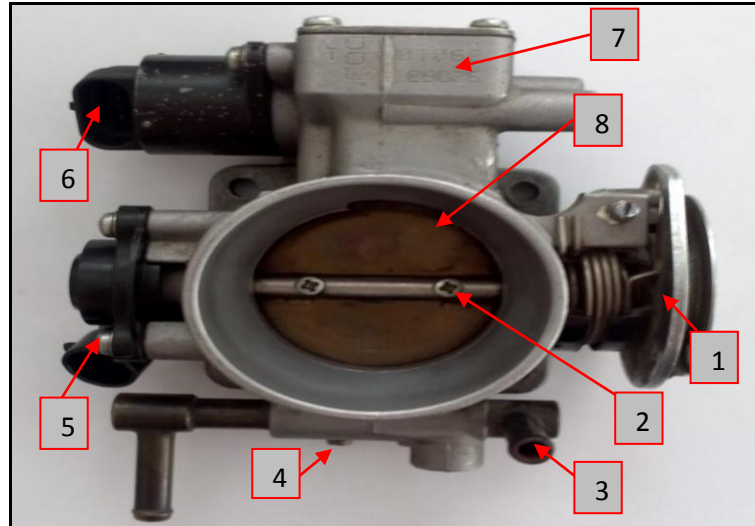


Figura. 1.3. Cuerpo de aceleración Chevrolet Luv 2.2l

Nomenclatura:

1- Palanca de accionamiento.- En esta se sujeta el cable de acero para rotar al eje de accionamiento de la mariposa de aceleración, tiene un muelle de recuperación para regresar a la posición de desaceleración total.

2- Eje de accionamiento de la mariposa de aceleración.- Este elemento porta a la mariposa de aceleración es solidario con la palanca de accionamiento y con el sensor de posición (TPS), genera el giro de apertura y cierre de entrada de aire.

3- Cañería de calefacción.- Es un pequeño ducto con entrada y salida por la que se hace circular agua del motor para realizar un calentamiento del conjunto por ende del aire de admisión.

4- Entradas recirculación de gases.- Se presentan dos cañerías de entrada de gases de recirculación los cuales ingresan directamente sin necesidad de apertura de la mariposa de aceleración.

5- Sensor TPS.- (Sensor de posición de la mariposa de aceleración), solidario al eje de accionamiento, este envía una señal a la unidad electrónica de control (ECU) del vehículo acerca de la posición de la mariposa para calcular el rango adecuado de inyección y la entrada en funcionamiento de la IAC cuando sea requerida.

6-Válvula IAC.- (válvula de control de marcha mínima), en este caso es comandada por un motor paso a paso se encarga de la apertura y cierre de un canal de derivación el cual deja pasar cierta cantidad de aire en el momento que el motor se encuentra en ralentí.

7-Cámara de derivación.- Provee paso de aire de admisión hacia el motor sin necesidad de la apertura de la mariposa de aceleración esta derivación es controlada por la válvula IAC.

8-Mariposa de aceleración.- Solidaria al eje de accionamiento es la superficie en sí que limita o permite el paso de aire hacia el interior del motor y gira comandada por el pedal de aceleración.

1.2. Tipos de mandos

Para el control de todo sistema de acelerador se precisa de un mando, este es accionado por el conductor para establecer el régimen de aceleración, constituye la cadena de transmisión de movimiento desde el pedal de acelerador hasta el cuerpo de aceleración del vehículo. Pueden ser de naturaleza mecánica como los de varillas o de cable de acero o de tipo electrónico que es la tendencia de los vehículos modernos.

1.2.1. - Mando por varillas

Estos sistemas eran comunes en vehículos antiguos en los cuales el sistema encargado del ingreso de mezcla aire-combustible al motor era el carburador, quedando apartado por la complejidad que presentan como cadena de transmisión entre el pedal y el cuerpo de aceleración.

Ocupan mucho espacio en el habitáculo del motor, presentan poca flexibilidad lo que podría generar en una ruptura de la cadena de transmisión debido a las vibraciones propias del motor e incluso fatigar al conductor, poniendo en riesgo algo tan importante como es el control del régimen de aceleración del motor. Se precisa de un mantenimiento constante por el hecho de ser piezas metálicas, su coste es elevado y presentan vida limitada un ejemplo de este mecanismo se observa a continuación en la figura 1.4.



Figura. 1.4. Varilla de acelerador.

Varilla acelerador falcon 62-82 (larga) de pedal a balancín [Ref. 29 de enero del 2014]

Fuente: <http://www.repfenix.com/listaArticulos.asp?Tipo=5&cTema=CAR&cSubTema=002>

1.2.2. - Mando por cable

El vehículo Chevrolet Luv 2.2l está provisto de este tipo de sistema.

Este es el reemplazante directo de los sistemas de mando por medio de varillas metálicas, es el más utilizado actualmente, se aprovecha la flexibilidad que brinda un cable de acero así como la seguridad de este, al ser un elemento mecánico necesita un mantenimiento continuo, tiene una vida limitada. Se pueden presentar averías como endurecimiento debido a suciedad o falta de lubricación así como ruptura debido a una ausencia de mantenimiento o fatiga del material por no ser reemplazado a tiempo. Se utiliza en muchos modelos de vehículos ya sean con sistemas de carburador o inyección, gasolina o diesel, un ejemplo se muestra a continuación en la figura 1.5.

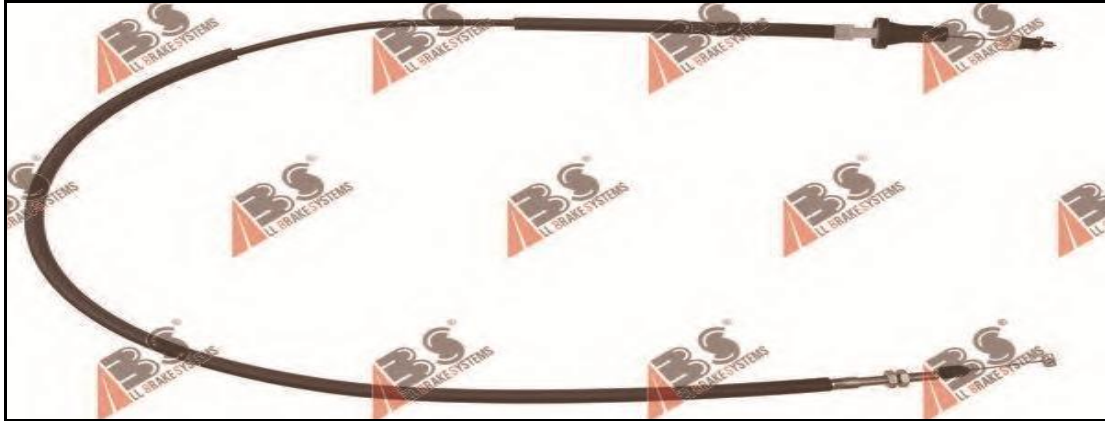


Figura. 1.5. Cable de acelerador.

Cable Del Acelerador PEUGEOT 107 1 0 [Ref. 29 de enero del 2014]

Fuente: <http://repuestosdecoches.org/repuestos-del-chasis-Cable-del-acelerador---A-B-S---PEUGEOT-107-1-0-2366743-56217492-442-10485-18586---K37300-accesorios>

1.2.3.- Mando electrónico

Los sistemas de mando de acelerador de naturaleza electrónica son los más modernos que se encuentran en la actualidad, eliminan los elementos mecánicos de transmisión (varillas y cables de acero) por ende su mantenimiento es muy limitado haciéndolo un sistema más seguro, la utilización de componentes electrónicos garantiza una vida prolongada, brinda comodidad al conductor debido a exigencias menores de esfuerzo para el accionamiento y permite implementar sistemas adicionales de confort y seguridad a los vehículos como el control de velocidad crucero que permite fijar una velocidad de ruta, la cual será mantenida por una unidad de control electrónica variando los regímenes de aceleración por si sola.

Presentan además una ventaja hacia la adaptación de vehículos para personas discapacitadas ya que el accionamiento puede ser trasladado a un lugar diferente al pedal de acelerador dependiendo de la necesidad del conductor, un ejemplo del cuerpo de aceleración electrónico se demuestra a continuación en la figura 1.6.



Figura.1.6. Cuerpo de acelerador electrónico.

Cuerpo de Aceleración Electrónico Volkswagen Jetta 2006 al 2010 [Ref. 29 de enero del 2014]

Fuente:<http://www.copartes.com/catalogo/partes/marca/25/volkswagen/linea/69/jetta/pieza/39/cuerpo%20de%20aceleracion/vendemos/958/cuerpo-de-aceleracion-electronico-jetta-2006-2010-2006-2007-2008-2009-2010>

1.3. Funcionamiento del sistema mecánico

El funcionamiento del sistema mecánico actual de acelerador del vehículo Chevrolet Luv 2.2l se detalla en las siguientes etapas.

1.3.1. Reposo.- Todos los elementos se encuentran en reposo no se ejerce ninguna fuerza sobre el pedal del acelerador; el motor se encuentra apagado.

1.3.2. Ralentí.- Entra en funcionamiento la válvula de control de marcha mínima (IAC) controlada por la computadora del vehículo al recibir información de los sensores correspondientes que indican que el motor se encuentra encendido, pero no se ejerce ninguna fuerza sobre el pedal del acelerador.

1.3.3. Media carga.- El pedal del acelerador se encuentra estable en media carrera, la mariposa de aceleración se encuentra abierta en un 50 % aproximadamente, la válvula de control de marcha mínima (IAC) no entra en funcionamiento El sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) envía la señal de posición correspondiente a la unidad de control electrónico (ECU) que calcula el tiempo de inyección.

1.3.4. Plena carga.- El pedal del acelerador está completamente presionado, la mariposa de aceleración se encuentra totalmente abierta, el sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) envía la señal de posición correspondiente a la unidad de control electrónico (ECU) que calcula el tiempo de inyección.

1.3.5. Aceleración.- Se presiona progresivamente el pedal de acelerador, este arrastra al cable de acero y genera la apertura de la mariposa en el cuerpo de aceleración, el sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) envía la señal correspondiente a la unidad de control electrónico (ECU) para que se ejecuten las correcciones en la inyección y se pueda incrementar el régimen de aceleración del motor.

1.3.6. Desaceleración.- Se deja de presionar el pedal del acelerador por ende se cierra la mariposa de aceleración, la válvula de control de marcha mínima (IAC) entra en funcionamiento para permitir que el motor continúe en funcionamiento.

Como resultado de este capítulo; una vez analizados los aspectos del mando del acelerador se establece que se puede realizar la adaptación del sistema propuesto, su montaje no precisa de cambios complejos, se establece además la probabilidad de adaptar posteriormente este trabajo de titulación de manera que este vehículo pueda ser utilizado por personas que tienen discapacidades físicas brindando un aporte extra.

Además se destaca que esta adaptación puede ser aplicada también al vehículo Chevrolet Luv Dmax motor 2.4l debido a la similitud de su sistema de aceleración con el del vehículo en estudio.

CAPÍTULO II

CRITERIOS DE DISEÑO DEL MANDO ELECTRÓNICO DE ACELERADOR

Un sistema de mando de acelerador electrónico se compone de cuatro partes fundamentales:

Sensor de posición del pedal de acelerador.

Servo Motor actuador.

Unidad de procesamiento de información.

Criterios para ensamble de componentes.

2.1. -Sensor de posición del pedal de acelerador

Este sensor debe ser capaz de enviar una señal referente a la posición del pedal de acelerador sin perturbaciones a la unidad de procesamiento, para que esta a su vez se encargue de interpretarla y mediante otra señal de salida comande al servo motor actuador para ejecutar el correspondiente movimiento de la mariposa de acelerador y así obtener el régimen de aceleración deseado por el conductor, debe cumplir las siguientes características.

Los sensores de posición de aplicación automotriz utilizan diversos principios de funcionamiento para realizar su medición, a continuación una descripción y evaluación de ellos para seleccionar el adecuado para la aplicación como sensor de posición del pedal de acelerador.

Para comparar y evaluar a los diferentes sensores automotrices de posición son establecidos los siguientes parámetros generales:

- **Factibilidad de uso.** Este parámetro establece la posibilidad de ser utilizado como sensor de posición del pedal de acelerador tomando en cuenta su principio de funcionamiento.
- **Complejidad de montaje.** Este parámetro establece el grado de complejidad de adaptación del sensor de posición al pedal de acelerador del vehículo en estudio.
- **Disponibilidad en el mercado.** Este parámetro se enfoca en evaluar la disponibilidad en el mercado de los sensores de posición.
- **Costo promedio.** Este parámetro establece un costo promedio en el mercado de los sensores de posición.

2.1.1. Sensores magnéticos o inductivos

Utilizan un principio de magnetismo se conforman de un imán permanente y una bobina, la señal se da cuando el campo magnético generado en el imán se ve interrumpido por el paso de los dientes de una rueda, generando una señal de frecuencia de corriente alterna, son comúnmente utilizados en sensores de posición del cigüeñal (CKP). La amplitud de la señal depende del espacio entre sensor–rueda y la velocidad de rotación, estas características se observan en la figura 2.1.

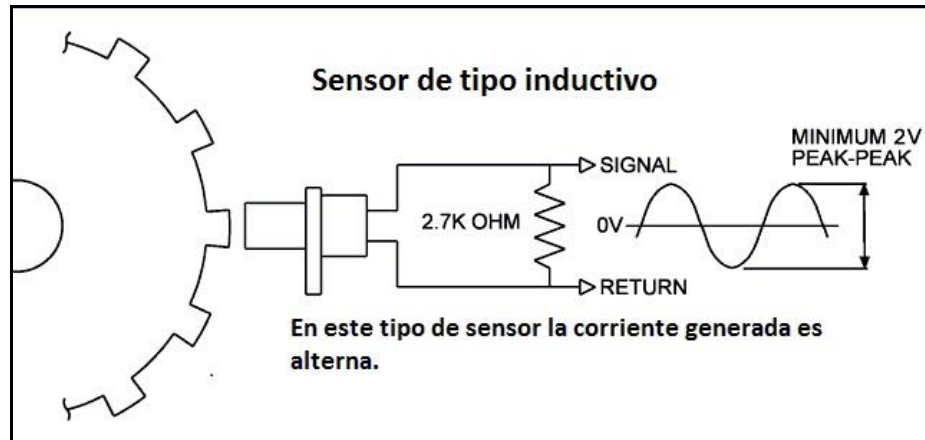


Figura. 2.1. Sensor de posición inductivo.

Generación de sensor inductivo utilizado por Toyota [Ref. 28 de enero del 2014]

Fuente: <http://www.teseomotor.com/2013/03/sensor-del-arbol-de-levasconceptos.html>

Suelen desajustarse debido a la acumulación de suciedad, vibración y partículas ferrosas, es de vital importancia que se mantenga la distancia adecuada entre sensor-rueda, aproximadamente 5mm.

Valoración:

- **Factibilidad de uso.-** Este tipo de sensor generalmente está diseñado para indicar a la ECU cuando un pistón se encuentra en el punto muerto superior y así poder realizar el encendido de la mezcla; cuando existe baja velocidad de rotación la frecuencia de señal también baja por ende puede dar problemas de funcionamiento, esto genera una baja factibilidad para ser usado en esta aplicación debido a que se necesita censar todo el recorrido del pedal de acelerador y que es de vital importancia una señal sin fallas.

- **Complejidad de montaje.-** A más del sensor se requiere la instalación de una rueda dentada que sirve para generar la señal esto resulta en la necesidad de un espacio considerable para su montaje, se requiere también un método de calibración de distancia sensor-rueda para su correcto funcionamiento, debido a la forma actual del pedal de acelerador de este vehículo el montaje de un sensor de tipo inductivo resulta muy complejo.

- **Disponibilidad en el mercado.**- Este tipo de sensores de naturaleza inductiva resultan fáciles de encontrar en el mercado desde sensores de posición de cigüeñal hasta sensores de señal del sistema de frenado ABS.

- **Costo promedio.**- Los sensores inductivos encontrados en el mercado tienen fluctuaciones de precios debido a la marca, aplicación y procedencia, en promedio un sensor de carácter inductivo de buena calidad tiene un costo aproximado de \$25,00 (veinte y cinco dólares).

2.1.2. Sensor de efecto hall

Este sensor se rige al efecto hall como principio de funcionamiento. Se tiene un captador o generador hall que será el que emita una señal digital de posición; en el momento en que el sensor hall se encuentre sin interferencia de la corona con el imán se genera una tensión hall que dispara la señal del sensor, esta se elimina cuando entre el sensor hall y el imán se interpone una pantalla o corona la cual desvía el campo magnético y la tensión hall se vuelve nula, la constitución de este tipo de sensor se observa en la figura 2.2.

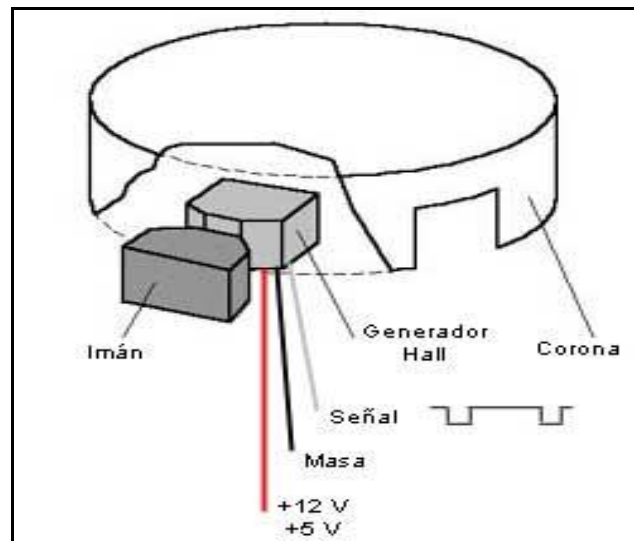


Figura. 2.2. Sensor de posición efecto hall.

Componentes de un sensor de posición automotriz de efecto hall [Ref. 25 de enero del 2014]

Fuente:<http://se2amm.blogspot.com/2012/05/sensor-de-efecto-hall.html>

Es comúnmente utilizado para determinar el punto de encendido en los motores que poseen distribuidor mecánico reemplazando a los ruptores.

Estos sensores no se ven afectados por velocidades bajas de rotación, pueden emitir señal incluso a muy bajas revoluciones, pueden tener problemas de señal debido a la distancia entre sensor e imán y también se ven afectados por suciedad y partículas ferrosas que se puedan adherir al imán.

Valoración:

- **Factibilidad de uso.-** Este tipo de sensor puede ser utilizado como sensor de posición del pedal de acelerador debido a su posibilidad de emitir señal pese a una baja velocidad de giro. El problema es que la señal generada es de carácter puntual, es decir indica una posición fija de rotación asemejándose a los sensores de posición de carácter inductivo lo que dificulta conocer las posiciones progresivas del pedal de acelerador en su funcionamiento asumiendo una baja probabilidad de ser adaptado al sistema propuesto.

- **Complejidad de montaje.-** Asemejándose a un sensor de carácter magnético necesita de un espacio considerable para ser montado en el pedal de acelerador así como la adaptación de varias piezas que resultan de alta complejidad tanto en su montaje como su desmontaje.

- **Disponibilidad en el mercado.-** Los sensores de efecto hall no son comunes en el mercado una de las aplicaciones conocidas por los proveedores de repuestos de este tipo de sensores es en los vehículos que tienen distribuidores con módulo electrónico, este sistema reemplaza al ruptor mecánico.

- **Costo promedio.-** En promedio el costo de un módulo electrónico que representa en conjunto todas las partes necesarias para realizar el censado de posición mediante este principio hall es aproximadamente \$45,00 (cuarenta y cinco dólares).

2.1.3. Sensor óptico

Son sensores que utilizan luz infrarroja y fotodiodos para captar señales, esta luz es emitida por un LED hacia una placa con ranuras o perforada y es captada por el sensor en el momento que no hay interferencia de la placa, para uso automotriz se encuentra alojado en el distribuidor y supervisa la posición del cigüeñal dependiendo de la posición de las ranuras. Su principal problema es que la luz no pueda atravesar estas aberturas debido a suciedad en las ventanas de las ruedas y cause problemas de señal, su configuración se explica en la figura 2.3.

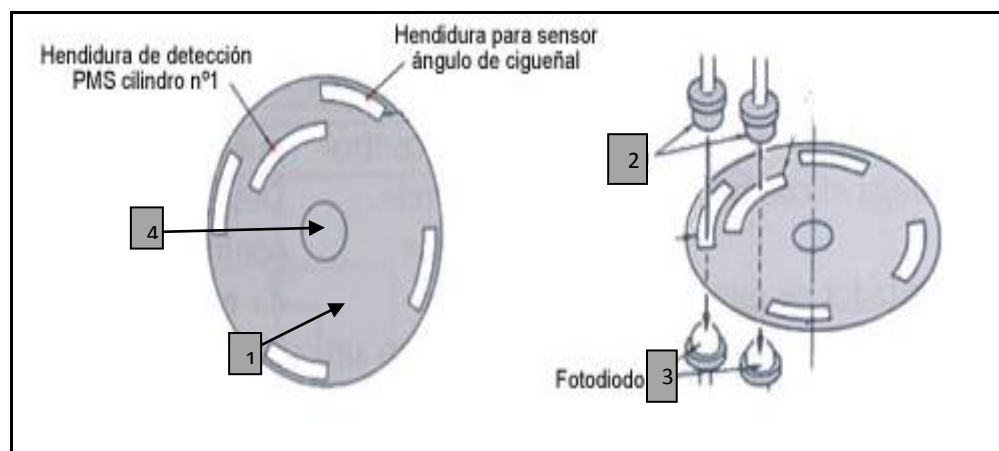


Figura. 2.3. Sensor óptico.

Sensores de rpm y ángulo de cigüeñal [Ref. 5 de enero del 2013]

Fuente: <http://www.tubomaxtienda.com/cat.php?id=310755>

Nomenclatura:

1- Placa con ranuras

Lámina metálica plana con agujeros para el paso intermitente de luz.

2- Emisor de luz (LED)

Foco generador de un haz luminoso.

3- Foto sensor

Sensor sensible a la luz que genera la señal de posición.

4- Eje del distribuidor

Gira solidario a la distribución y a la placa con ranuras.

Valoración:

- **Factibilidad de uso.-** Como los sensores analizados anteriormente este emite una señal puntual de posición por lo que no resulta factible para esta aplicación, es también el menos común de todos y presenta problemas de señal en caso de que se presente suciedad, el pedal de acelerador se encuentra en un lugar propenso a polvo y muchos agentes que pueden interferir en su funcionamiento.

- **Complejidad de montaje.-** Como los sensores antes descritos la principal complejidad de estos es que constan de piezas dispersas que deben ser instaladas correctamente por lo que el montaje se vuelve muy complejo y requieren de un espacio considerable para su acoplamiento.

- **Disponibilidad en el mercado.-** Resulta desconocido por los proveedores de repuestos los sensores que utilizan este principio de funcionamiento al no ser tan comunes su disponibilidad es limitada y solo por pedido específico existe la posibilidad de adquirirlos.

- **Costo promedio.-** Resulta muy complicado fijar el precio promedio de un sensor de estas características debido a la poca disponibilidad que presentan en el mercado, un sensor de posición de cigüeñal de naturaleza óptica que va instalado en los motores con distribuidor tiene un costo aproximado de \$70,00 (setenta dólares).

2.1.4. Sensores resistivos

Este tipo de sensor utiliza un potenciómetro para generar las señales, algunos modelos contienen dos potenciómetros internos para comparar sus señales por seguridad y así generan una señal de mayor confiabilidad, aprovecha el giro de un eje para accionarlo mecánicamente, es muy común su uso como sensor TPS (sensor de posición de la mariposa de aceleración). No presenta problemas a baja velocidad de rotación y es constituido en una sola pieza, ejemplos de estos sensores se observan en la figura 2.4.



Figura. 2.4. Sensores de posición de rotación.

Catálogo Sensores de posición de rotación CTS [Ref. 20 de octubre del 2013]

Fuente:<http://www.ctscorp.com/automotive/sensors/rotarypositionensorsranges.htm>

Valoración:

- **Factibilidad de uso.-** este tipo de sensor resulta adecuado para la aplicación de este trabajo de titulación, no presenta problemas de señal a baja velocidad de giro, su constitución es compacta conformado de una sola pieza, su señal no se ve afectada por agentes contaminantes pues la posibilidad de que estos ingresen no existe debido a ser un elemento sellado, un factor en contra es que necesita de un accionamiento mecánico.
- **Complejidad de montaje.-** al ser un solo elemento su montaje resulta más sencillo comparado con los anteriores analizados, no precisa un gran espacio para su instalación.
- **Disponibilidad en el mercado.-** Resultan muy fáciles de encontrar en el mercado de proveedores de repuestos automotrices principalmente como sensores de posición de la mariposa de aceleración (TPS), existen muchas marcas, procedencias, tamaños y formas.
- **Costo promedio.-** En promedio los sensores de posición de naturaleza resistiva tienen un costo aproximado de \$16,00 (diez y seis dólares); su precio puede fluctuar debido a las características puntuales de cada sensor como: sentido de rotación, tamaño, procedencia y forma. Sin embargo presentan precios muy accesibles comparados con los de otra naturaleza.

2.1.5. Tabulación de resultados.

Se establece una calificación a cada parámetro previamente establecido de los sensores de posición como se detalla en la tabla 2.1, y a continuación se presenta en la tabla 2.2, la evaluación de todos los sensores previamente estudiados considerando los parámetros y calificaciones establecidas para determinar cuál es el sensor de posición apropiado para ser utilizado como sensor de posición del pedal de acelerador en el nuevo sistema de mando electrónico de acelerador.

Tabla 2.1. Asignación de calificaciones.

Muy adecuado para la aplicación como sensor de posición del pedal de acelerador.	+++
Adecuado para la aplicación como sensor de posición del pedal de acelerador.	++
Poco adecuado para la aplicación como sensor de posición del pedal de acelerador.	+

Tabla 2.2. Evaluación de sensores.

PARÁMETROS	TIPO DE SENSOR			
	INDUCTIVO	EFEECTO HALL	ÓPTICO	RESISTIVO
Factibilidad de uso	++	++	+	+++
Complejidad de montaje	+	+	+	++
Disponibilidad en el mercado	+++	++	+	+++
Costo en el mercado	++	+	+	+++
TOTAL	8(+)	6(+)	4(+)	11(+)
Porcentaje sobre 12 puntos posibles (100 %)	66,66 %	50 %	33,33 %	91,66 %

Resulta que el sensor más adecuado para la aplicación como sensor de posición del pedal de acelerador es el de naturaleza resistiva por cumplir con los parámetros en mayor porcentaje sobre los de otro principio de funcionamiento.

2.1.6. Selección del sensor de posición resistivo para el mando de acelerador

En el mercado existe una gama extensa de sensores de rotación esencialmente sensores TPS (posición de la mariposa de aceleración) aptos para esta aplicación, la marca de mayor presencia y respaldo tanto en información como de modelos de sensores de posición es CTS (<http://www.ctscorp.com>), emplazada en los Estados Unidos dedicada a la construcción de elementos electrónicos, sensores y actuadores automotrices.

Dentro de la gama de sensores de posición del proveedor CTS se consideran los siguientes factores para la selección del modelo adecuado.

Geometría.- Debe permitir el acoplamiento más sencillo posible al pedal de acelerador.

Rango de giro.- Debe haber concordancia con el rango de giro del eje de la mariposa de aceleración; 0° de giro desde la mariposa cerrada hasta 90° con la mariposa a plena carga.

Sentido de giro.- Acorde al sentido de giro del eje del pedal del acelerador.

El sensor de serie 525 cumple con los parámetros necesarios antes establecidos, resulta un sensor muy común y de bajo costo utilizado en el modelo Chevrolet Luv 2.2l, Luv Dmax 2.4l, como sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) constituido en una pieza plástica aislado de agentes contaminantes externos como se observa en la figura 2.5.



Figura. 2.5. Sensor de rotación CTS serie 525

Sensor de rotación CTS serie 525 [Ref. 2 Noviembre del 2013]

Fuente: <http://www.ctscorp.com/automotive/datasheets/525-auto.pdf>

El sensor de posición CTS serie 525 presenta las siguientes especificaciones técnicas descritas a continuación.¹

Especificaciones Eléctricas.

Resistencia total $>3k\Omega$.

Desviación $\pm 2,0\%$.

Rotación máxima 119° mecánicos de giro.

Limite eléctrico máximo 16V

Voltaje de funcionamiento 5,0V -10,0V

Rango máximo de potencia 0,08 W.

Especificaciones mecánicas.

Torque de accionamiento $15 \text{ Nmm} = 0,015 \text{ Nm}$ en cualquier posición entre 0° y 100° de rotación.

Torque de montaje sugerido 2Nm.

Diámetro del rotor 9,47 mm.

Durabilidad.

Vida eléctrica estándar.

1) CTS Corp. Especificaciones sensor de rotación serie 525 [En línea]: <http://www.ctscorp.com/automotive/datasheets/525-auto.pdf> [Consulta]: 28 de Octubre de 2013

$>1 \times 10^6$ accionamientos completos.

10×10^6 accionamientos medios.

Rango de temperatura -40° a 150° C.

2.2. - Servo-motor eléctrico

Para realizar el movimiento de la mariposa de aceleración se precisa de un servo-motor, que es un actuador similar a un motor de corriente continua con la particularidad que puede ser controlado tanto en velocidad como en posición.

Los sistemas electrónicos de aceleración más modernos utilizan servo motores dentro de una sola constitución que también contiene el sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) y actuadores como la válvula de control de marcha mínima (IAC) esta sirve para el arranque en frío y derivación de gases provenientes del cárter y del tanque de combustible hacia la admisión del motor. Para el sistema propuesto se precisa de un servomotor simple que realice el movimiento de la mariposa de aceleración obedeciendo al régimen establecido por el conductor mediante el pedal de acelerador, el cuerpo de aceleración actual ya consta de un sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) y una válvula de control de marcha mínima (IAC) independientes.

Se establecen parámetros necesarios para seleccionar el servo-motor debido a las condiciones en las que va a funcionar como las siguientes.

- Torque de accionamiento requerido.

- Selección del Servo Motor.

2.2.1. Torque de accionamiento requerido

Mediante una prueba mecánica se obtiene el torque necesario para dimensionar el servo-motor. En primera instancia se desmonta el cuerpo de aceleración del vehículo, luego se desmonta el sistema de cable y de retorno por medio de muelles descrito en la imagen 2.6.

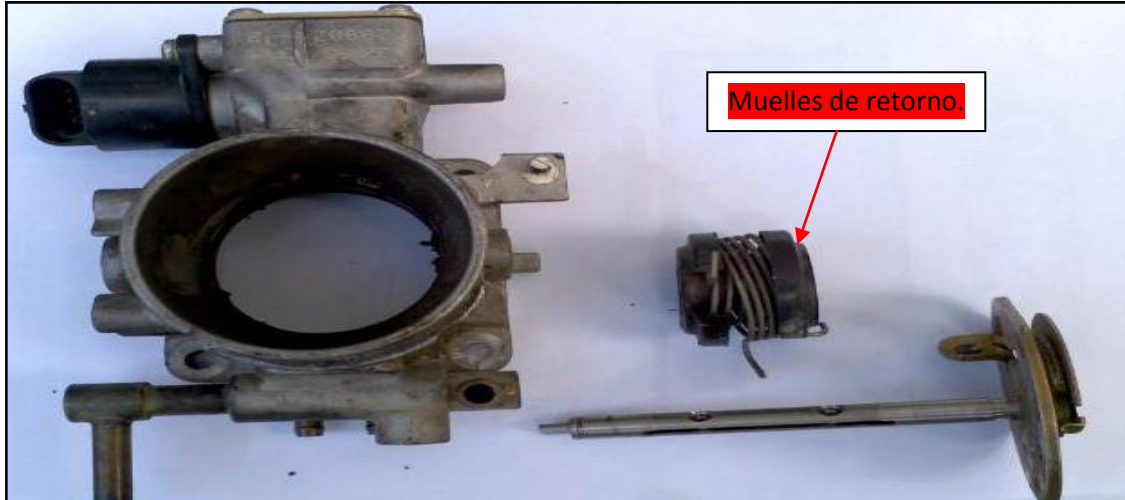


Figura. 2.6. Desmontaje muelles de retorno cuerpo de aceleración.

A continuación se fija un brazo para accionar el eje de la mariposa de aceleración y un tornillo para sujetar pesos como se muestra en la imagen 2.7.

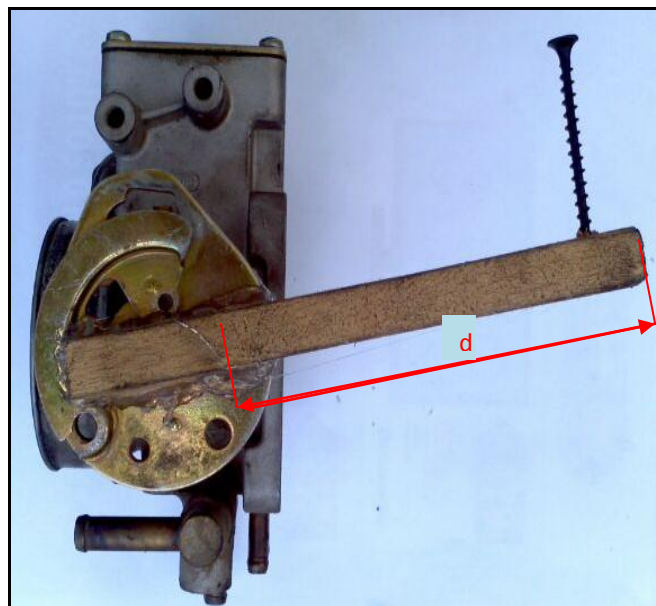


Figura. 2.7. Brazo de accionamiento de prueba.

Se procede a montar el cuerpo de aceleración ya con los acoples que se han realizado nuevamente en el motor para realizar la siguiente prueba. Con el motor encendido se colocan progresivamente pesos sobre el brazo de prueba, este proceso genera torque sobre el eje de la mariposa de aceleración hasta lograr vencer la fuerza generada por la propia succión del motor y la fuerza del sensor de posición TPS, estas fuerzas se oponen al movimiento de la mariposa de aceleración, esta fuerza permitirá el dimensionado posterior del servo motor.

Primera fase de prueba. Motor encendido sin pesos; mariposa de aceleración cerrada no se vence la fuerza del sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) ni la succión del motor como se observa en la figura 2.8.



Figura. 2.8. Primera etapa de prueba (sin pesos)

Segunda fase de prueba. Motor encendido primer peso (0,065 kg.); mariposa de aceleración cerrada no se vence la fuerza del sensor de posición TPS ni la succión del motor como se muestra en la figura 2.9.



Figura. 2.9. Segunda etapa de prueba primer peso (0,065 kg.)

Tercera etapa de prueba. Motor encendido se adiciona un segundo peso (0,01 kg.); se vence la resistencia, se ha generado el torque necesario para vencer la fuerza de oposición del sensor de posición TPS y la succión propia del motor como se observa en la figura 2.10.



Figura. 2.10. Tercera etapa de prueba segundo peso (0,01kg.)

Se obtuvo el peso total de las pesas de prueba como se observa en la figura 2.11. Para realizar el cálculo no se considera el peso del brazo de accionamiento, al ser madera de balsa es despreciable en comparación a las pesas.



Figura. 2.11. Magnitud de pesas de prueba

Se realiza el cálculo de torque utilizando la ecuación 2.1:

$$\mathbf{T = F \times r} \quad \text{(Ec. 2.1)}^2$$

Donde T = Torque, Newton x metro (Nm).

F = Fuerza, Newton (N).

d = Distancia desde el eje de rotación hasta el punto de aplicación de la fuerza en metros (m).

$$F = 0,075 \text{ kg} \times (9.8) = 0,735 \text{ N}$$

$$d = 0,012 \text{ m}$$

$$T = (0,735) \times (0,012) = 8,82 \text{ e-3 Nm}$$

El torque obtenido permite dimensionar correctamente el servo motor a ser utilizado. Es preciso acudir a tiendas especializadas en electrónica para obtener el servo motor indicado, se debe considerar la fiabilidad que debe tener este servo motor, el torque necesario para la operación del sistema propuesto y la recomendación de las tiendas electrónicas.

En su totalidad los servos motores que se encuentran en el mercado presentan una geometría común y para la aplicación propuesta se debe fabricar un soporte para fijar este en el cuerpo de aceleración por medio de pernos lo que a su vez permite un montaje y desmontaje sencillo.

2.2.2. Selección del servo motor a utilizar

El servo motor seleccionado es el modelo HS-311 de la marca HITEC (<http://hitecrd.com>) Empresa Estadounidense fundada en 1973 productora de elementos de radiocontrol líder en fabricación de servo motores y con una gama extensa de productos electrónicos y de fácil acceso en el mercado local.

El modelo HS- 311 es un servo motor análogo de geometría pequeña, económico de muy alta calidad tiene un costo aproximado en el mercado de \$30,00 (treinta dólares).

Características principales.³

- Engranajes de resina
- 3 cables (alimentación – tierra – señal)
- Velocidad con alimentación (4,8V-6V) = 0,19 – 0,12 segundos en 60 grados de giro
- Torque alimentado con (4,8V-6V) = 3,0 – 3,7 (Kg/cm) = 0,29 -0,36 (N/m)
- Dimensiones generales (39,88 x 19,81 x 36,32) mm.
- Peso 42,81 g.

3) SERVODATABASE. Especificaciones Servo motor Hitec HS-311[En línea]: <<http://www.servodatabase.com/servo/hitec/hs-311>> [Consulta]: 28 de Octubre de 2013

- Rango de giro 180 grados

El torque que genera este es muy superior al requerido por el sistema propuesto lo que garantiza su funcionamiento, resulta ser uno de los servos motores más confiables dentro de su funcionamiento según las tiendas especializadas de productos electrónicos superando a otros de incluso mayor costo, su geometría se puede observar en la figura 2.12.



Figura. 2.12. Servo motor

Servo motor Hitec HS-311 [Ref. 5 de Noviembre del 2013.]

Fuente:<http://hitecrd.com/products/servos/sport-servos/analog-sport-servos/hs-311-standard-economy-servo/product>

2.3. - Unidad de procesamiento de información

Para implementar un sistema de mando de acelerador electrónico se precisa de una unidad de procesamiento de información, esta debe ser capaz de recibir e interpretar señales provenientes del sensor de rotación del pedal de acelerador, procesar esta información y generar las señales que van a comandar el movimiento del servo motor generando el régimen de aceleración deseado por el conductor.

2.3.1. Micro controlador

Un micro controlador es un circuito integrado programable capaz de ejecutar instrucciones que se han grabado mediante lenguaje de ensamble en su memoria, consta de tres unidades internas llamadas: unidad de procesos, memoria y periféricos de entrada y salida. Pueden pertenecer a dos grandes familias los unos llamados AVR y los otros llamados PIC, la selección de que familia utilizar depende exclusivamente del ensamblador. Para esta aplicación se prefirió la familia de los AVR debido a las siguientes características:

a) Lenguaje de programación.- Los micro controladores necesitan instrucciones necesarias para el control del sistema, para los AVR se puede citar el lenguaje C, C++, Basic, con una ventaja clara, no se debe aprender lenguaje ensamblador como en la familia de los llamados PIC, puede utilizarse cualquier lenguaje que resulte conveniente para el usuario, otra ventaja principal es que los compiladores de esta familia se pueden descargar gratuitamente desde las páginas web de los fabricantes como el ARDUINO; en cuanto a la familia de los PIC este tipo de herramientas no son completamente gratuitas.

b) Interfaces de programación.- hacen referencia al hardware necesario para programar o descargar el programa en el micro controlador, debe conectarse a un puerto del PC para realizar este proceso, en la familia AVR se dispone de un puerto ISP de tres pines para el grabado. Existen programadores por puerto paralelo, USB, serial, etc., algo que destaca es lo simple de estos programadores; la familia de los PIC realiza la programación a alto voltaje $>5VDC$ lo que hace necesario el uso de circuitos externos que realizan esta conversión de niveles y por lo tanto incrementan la complejidad del circuito programador.

c) Características adicionales.- además de las ya mencionadas se puede destacar la potencia o consumo de energía una de las ventajas de los AVR sobre los PIC es su reducido consumo, tanto de voltaje como de corriente, lo que permite el desarrollo de aplicaciones que sean alimentadas por baterías como en el caso de la aplicación propuesta.

Para las condiciones de funcionamiento reales de este trabajo de titulación en el vehículo estudiado, la familia AVR además de las cualidades descritas anteriormente, posee protecciones internas ante las interferencias que podrían ser causadas por otros elementos tanto mecánicos como electrónicos del vehículo, que pueden perjudicar el funcionamiento del sistema.

Para esta aplicación se utiliza el micro controlador ATMEGA 328P. Resulta ser uno de los AVR más comunes en el mercado con prestaciones muy altas y a un precio muy económico (aproximadamente \$ 10 dólares), una ventaja adicional es la facilidad de ser programado mediante un quemador sencillo 'ARDUINO 'que se puede conseguir fácilmente y en el caso de compra no supera los \$ 35 (treinta y cinco dólares) el programa para control del servo motor en el caso de este trabajo de titulación es de fácil elaboración, este AVR se puede observar a continuación en la figura 2.13.

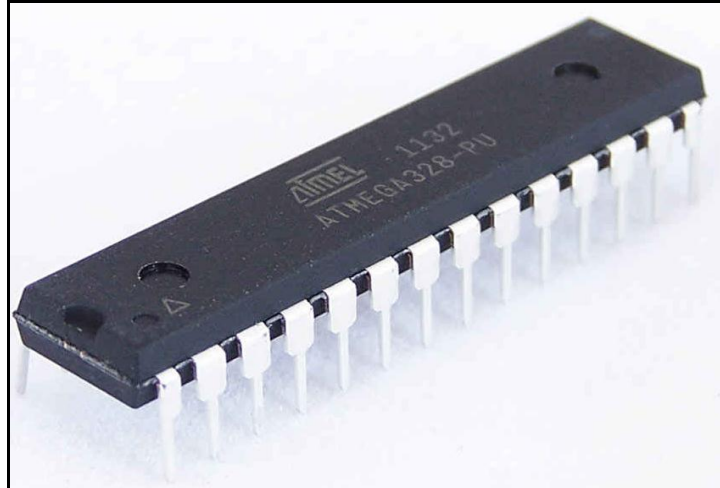


Figura. 2.13. Micro Controlador.

Micro controlador AVR ATMEL Atmega328. [Ref. 5 de diciembre del 2014]

Fuente:<http://electronilab.co/wp-content/uploads/2013/07/ATMEGA328-PU.jpg>

A continuación se describen las características principales de este micro controlador.⁴

- 32KB de memoria flash para programación.
- Tamaño de datos RAM: 2KB
- Interfaz: 2-wire, SPI, USART
- Velocidad: 20MHz
- Puertos de entrada/salida programables: 23
- Temporizadores: 3
- Canales de ADC: 6 canales de 10 bits,
- Empaquetado: PDIP-28
- Retención de datos: 20 años a 85°C, 100 años a 25°C
- Voltaje de operación 1,8 – 5,5V

El micro controlador ATmega 328P tiene la siguiente estructura en sus pines, (figura 2.14.)

4) ATMEL. Especificaciones AVR ATmega 328P [En línea]: <<http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf>> [Consulta]: 15 de Diciembre de 2013

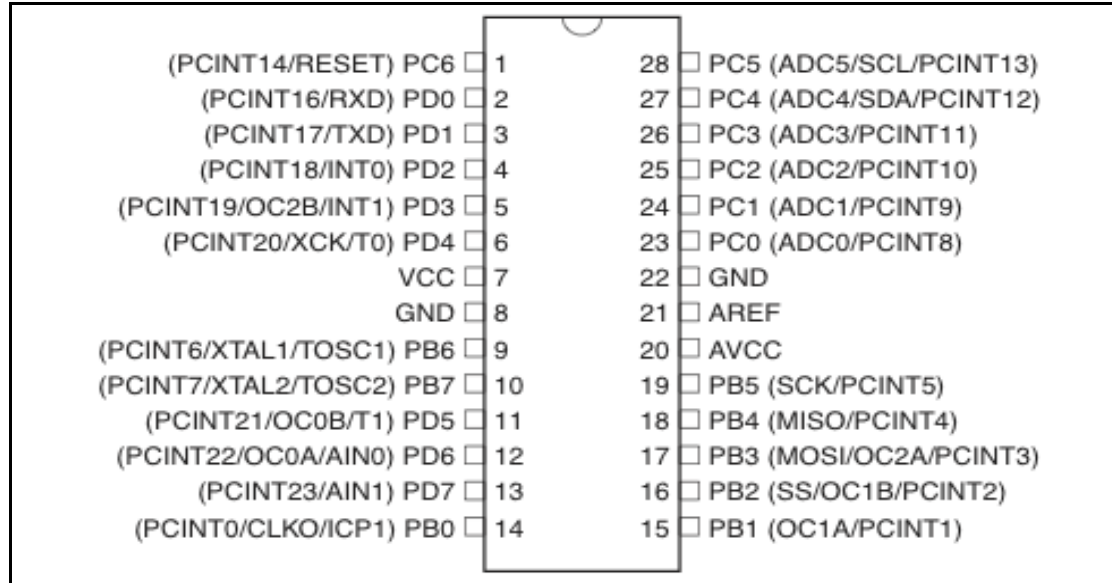


Figura. 2.14. Pines ATmega 328P

Pines de conexión ATmega 328p [Ref. 5 de diciembre del 2013]

Fuente: <http://www.practicandoarduino.com/atmega328p-arduino-uno/>

En la tabla 2.3. Se realiza una descripción de cada uno de los pines que posee el micro controlador ATmega 328P

Tabla 2.3. Pines del micro controlador:

1	Reset	11	Pin digital 5 (PWM)	21	Referencia análoga
2	Pin digital 0	12	Pin digital 6 (PWM)	22	Tierra
3	Pin digital	13	Pin digital 7	23	Entrada análoga 0
4	Pin digital 2	14	Pin digital 8	24	Entrada análoga 1
5	Pin digital 3 (PWM)	15	Pin digital 9 (PWM)	25	Entrada análoga 2
6	Pin digital 4	16	Pin digital 10 (PWM)	26	Entrada análoga 3
7	Alimentación VCC	17	Pin digital 11 (PWM)	27	Entrada análoga 4
8	Tierra	18	Pin digital 12	28	Entrada análoga 5
9	Cristal interno	19	Pin digital 13		
10	Cristal interno	20	Alimentación analógica VCC		

Tener conocimiento de la nomenclatura y ubicación de los pines correspondientes a este micro controlador es de vital importancia para el momento de su programación y de acoplamiento en la tarjeta de control electrónica del sistema.

El costo de los elementos estipulados en este capítulo se detalla a continuación en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Costo de elementos principales

Elemento	Costo
Sensor de posición	\$ 15,00
Servo Motor	\$ 40,00
Micro controlador	\$ 10,00
TOTAL	\$ 65,00

2.4. - Criterios para ensamble de componentes

Es necesario tener en cuenta criterios para elaborar las adaptaciones que se deben realizar para montar el nuevo sistema de mando de acelerador electrónico en el conjunto actual de aceleración del vehículo Chevrolet Luv 2.2l, a modo de precauciones y necesidades para la adaptación se describen los elementos a continuación.

2.4.1. En el cuerpo de aceleración

Se debe tener presente que el material del que está construido el cuerpo de aceleración es de fundición de aluminio lo que dificulta trabajos de soldadura en él, por lo que se debe tener gran cuidado el momento de realizar trabajos de maquinado para no afectarlo. Se construye una base de soporte para el servo motor en el cuerpo de aceleración que deberá ser acoplado por pernos para facilitar su montaje y desmontaje.

Se elimina el mecanismo de cable en el eje de la mariposa de aceleración y se sustituye por un acople para el servo motor.

2.4.2. En el pedal del acelerador

Se elimina el brazo de sujeción del cable de acelerador. Se maquina el eje del pedal de acelerador de modo que permita el accionamiento del sensor de rotación.

Se debe fabricar una base para la sujeción del sensor de rotación que va acoplado con pernos para facilitar su montaje y desmontaje.

Como resultado del segundo capítulo se establecen los elementos principales necesarios para la construcción y adaptación del nuevo sistema de acelerador propuesto así como el costo de estos, tomando en cuenta que este trabajo de titulación pueda llevarse a cabo sin ningún problema con elementos existentes en el mercado, costos apropiados y adaptaciones sencillas.

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA DE MANDO ELECTRÓNICO DEL ACELERADOR

El diseño de este sistema de mando de acelerador electrónico para el vehículo Chevrolet Luv 2.2l, se divide en tres partes fundamentales:

Pedal de acelerador. Se realizan las adaptaciones necesarias para el montaje del sensor de posición del pedal de acelerador.

Cuerpo de aceleración. Se realizan las adaptaciones necesarias para el montaje y acoplamiento del servo motor que accionara a la mariposa de aceleración.

Conjunto electrónico de control. Se realiza la construcción de la unidad electrónica encargada de recibir e interpretar las señales que provienen del sensor de posición del acelerador y comandar al servo motor.

Se realiza la construcción de una maqueta didáctica como se indica en la figura 3.1. En la misma se ensamblará el sistema de mando de acelerador electrónico debido a una poca disponibilidad del vehículo en estudio durante el proceso de diseño, se elabora una réplica del pedal de acelerador y del cuerpo de aceleración tomando en cuenta las principales características necesarias para representar la adaptación de este sistema de la forma más precisa, y así demostrar su funcionamiento, posteriormente se montará el sistema en el vehículo estudiado para realizar pruebas de funcionamiento. Imágenes de los procesos mecánicos realizados para la maqueta se encuentran en el anexo 1.

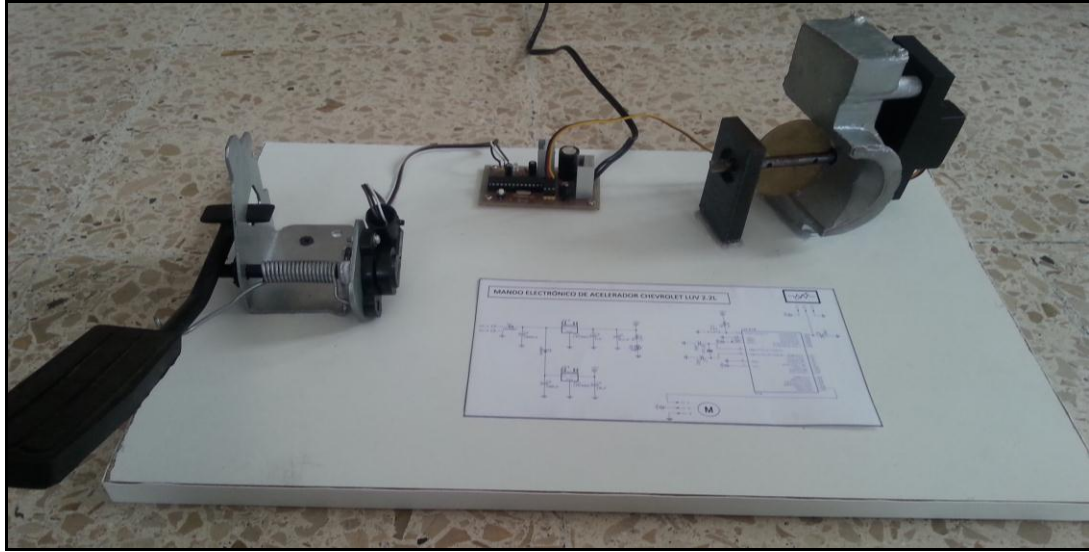


Figura. 3.1. Maqueta didáctica

3.1. Pedal de acelerador

En el pedal de acelerador se debe montar el sensor de rotación descrito anteriormente que indica mediante una señal variable de voltaje la posición exacta de este, esta señal a su vez es interpretada por el conjunto electrónico de control el cual comanda al servo motor que mueve la mariposa de aceleración dependiendo de la necesidad del conductor.

Para la adaptación del sensor de rotación se realizan los siguientes procesos detallados a continuación:

Se elabora la base de sujeción del sensor de rotación, la cual debe poseer un sector circular para alojar al sensor y agujeros roscados para asegurarlo mediante pernos como se observa en la figura 3.2. Las dimensiones se detallan en el anexo 2.



Figura. 3.2. Base de sensor de rotación.

Mediante soldadura se une al eje del pedal de acelerador una platina rectangular de 8mm x 10mm para que accione al sensor de posición; el eje tiene como diámetro 8mm por lo tanto esta adaptación no afecta al desmontaje del conjunto, esta adaptación se observa en la figura 3.3.



Figura. 3.3. Platina de accionamiento del sensor de rotación.

Mediante soldadura se fija la base de sujeción del sensor de posición utilizando unas alzas para que su acoplamiento sea adecuado a la longitud del eje del acelerador y a la profundidad del sensor de rotación, La posición final del sensor se define por la facilidad de montaje teniendo en consideración simplemente que sea accionado en todo el recorrido del pedal ya que luego se calibrará mediante computadora esta señal, esta adaptación se observa en la figura 3.4.



Figura. 3.4. Base del sensor de rotación Fijada.

Se recorta el brazo del acelerador donde se sujeta el cable de mando para eliminar la posibilidad de trabamiento y así perjudicar al funcionamiento como se observa en la figura 3.5.

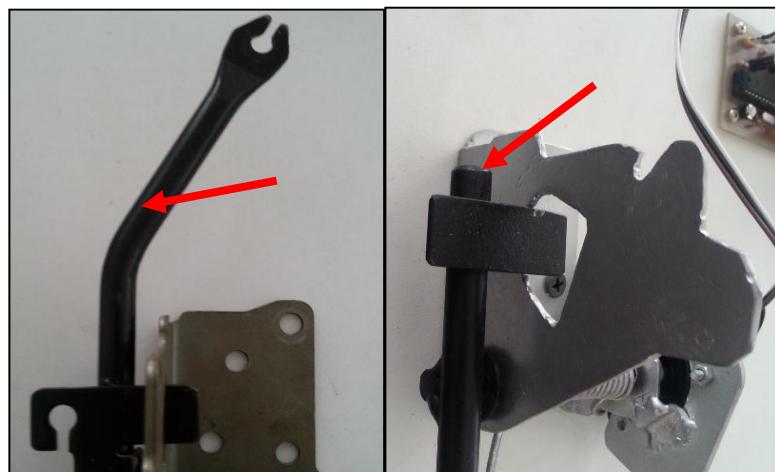


Figura. 3.5. Corte de brazo del pedal de acelerador.

3.2. Cuerpo de aceleración

En el cuerpo de aceleración se realizan las siguientes adaptaciones para permitir fijar el servo motor a este de una forma adecuada y así permitan el funcionamiento del nuevo sistema.

Se elimina la protuberancia de calibración del cable de acelerador detallada en la figura 3.6, para facilitar el montaje del servo motor, además se realizan cambios en el eje de la mariposa de aceleración ya que los mecanismos relacionados con el cable de acelerador ya no son necesarios.

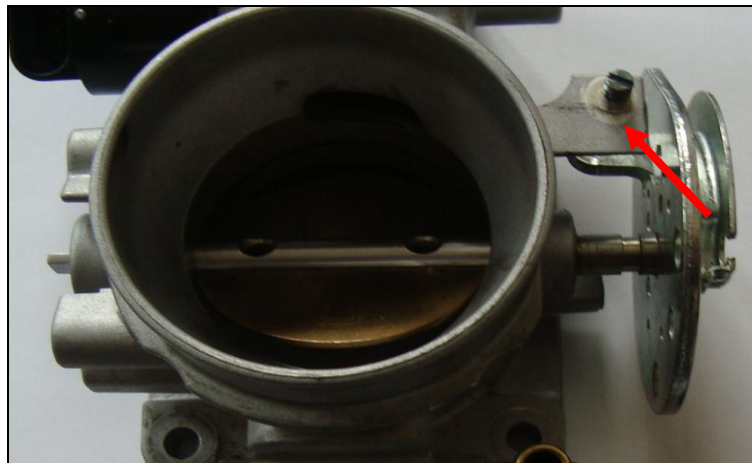


Figura. 3.6. Protuberancia de calibración.

Se efectúa el roscado de los agujeros que se encuentran labrados en el costado del cuerpo de aceleración donde se encuentra el accionamiento mecánico como se observa en la figura 3.7. Estos agujeros ahora sirven de sujeción para la base del servo motor.



Figura. 3.7. Roscado de agujeros para sujeción del servo motor.

Se elimina el mecanismo de acople del cable de acelerador que está unido al eje de la mariposa de aceleración. Se maquina el eje de la mariposa por el extremo que se ha retirado hasta una longitud de 92mm. En el extremo contrario al accionamiento del sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) se fija una platina de 8x8x3mm según se observa en la figura 3.8, esta se acopla con el servo motor utilizando el acople correspondiente que viene incluido como accesorio. La longitud total del eje de mariposa de aceleración es 95mm.

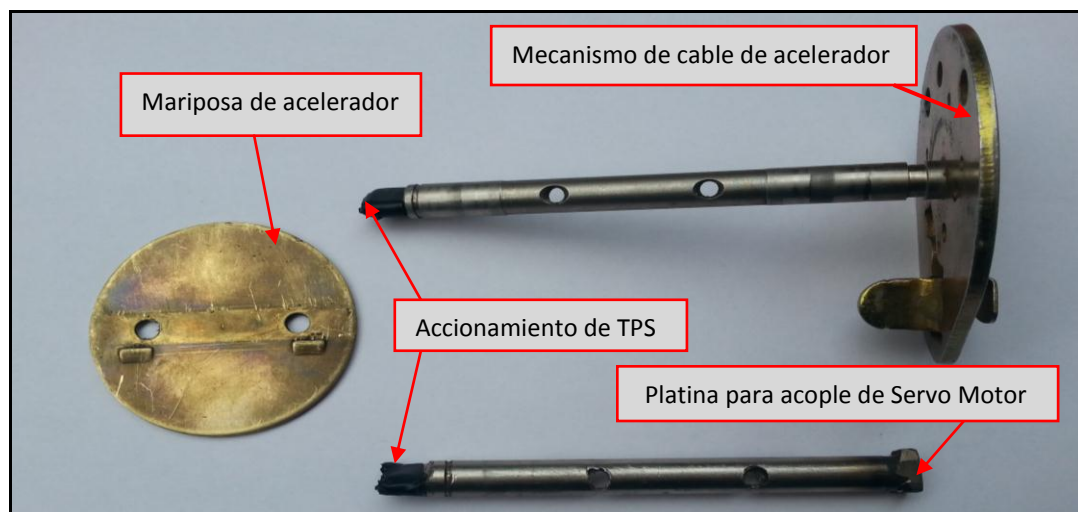


Figura. 3.8. Eje de mariposa de acelerador.

Se construye una base para el servo motor utilizando Grilon que es un material termoplástico obtenido de la poliamida 6 como se observa en la figura 3.9. Este material resulta muy resistente, de bajo peso y fácil maquinado, la geometría de la base se observa en el anexo 3.



Figura. 3.9. Base del servo motor.

3.3. Conjunto electrónico de control

Este conjunto es el centro del nuevo sistema de mando de acelerador propuesto en este trabajo de titulación, este se encarga de energizar los elementos, recibir e interpretar las señales y comandar el servo motor se divide en dos partes, fuente de transformación y circuito de control.

3.3.1. Fuente de transformación: desde este circuito se adecúa la energía para el sensor de rotación, al servo motor y al micro controlador ATMEGA 328P, se compone de:

- Bornera de 2 pines
- 1 Condensador de 1000uf x 25V
- LM7805
- 2 Resistencias de 1/2W
- 2 Disipadores de aluminio
- Diodo puente rectificador de 1 amp
- 3 Condensadores de 0,1uf x 50V
- LM7806
- 2 Focos Led

3.3.2. Circuito de control

Este ensamble se refiere a la conexión del micro controlador tanto con el sensor de rotación como con el servo motor y además los elementos necesarios para su funcionamiento, en los anexos 4 y 5 se puede observar el diseño de la placa impresa donde se alojara el circuito y el mapa de elementos electrónicos respectivamente.

Los elementos necesarios son los siguientes:

- Atmega328P
- 2 Condensadores de 22uf x 50V
- 1 Cristal de cuarzo de 16Mhz
- 2 Conectores molex de 3 pines
- 1 Servo-motor Hitec hs311 (instalado en el cuerpo de aceleración)
- 1 Sensor de rotación CTS (instalado en el pedal de acelerador)
- 1 Placa de circuito impresa
- 1 Zócalo de 28 pines
- 2 Bus de datos de 3 pines
- Estaño
- Cautín
- Pasta de soldar

La representación del esquema eléctrico del circuito se observa en la figura 3.10, a continuación.

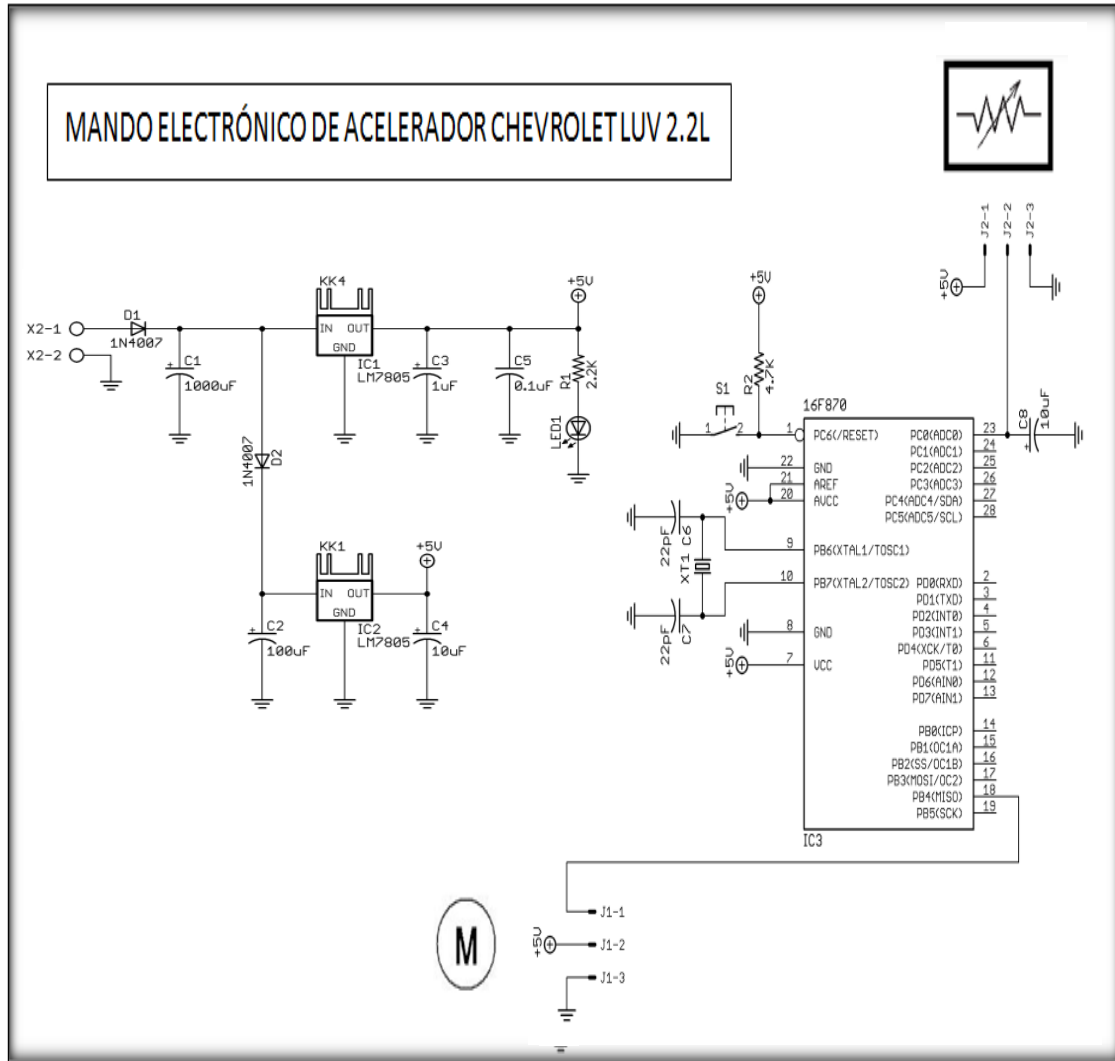


Figura. 3.10. Esquema electrónico mando del acelerador Chevrolet Luv. 2.2l

3.3.3. Programación electrónica

Se utiliza la tarjeta ARDUINO UNO con su respectivo software debido a la facilidad de lenguaje de ensamble y a la existencia de ejemplos de programación, entre ellos el control de servos motores; esta placa se conecta mediante un puerto serial hacia una entrada USB en la computadora, la constitución de la tarjeta se muestra en la figura 3.11.



Figura. 3.11. Placa ARDUINO para grabado de AVR'S.

El proceso para grabar el programa se detalla a continuación.

- Se instala el software de la placa ARDUINO UNO desde el disco compacto que viene con este o se lo puede descargar de forma gratuita desde la página www.arduino.cc
- Se activa el software y se procede a seleccionar el modelo de placa en este caso ARDUINO UNO y el puerto por el que se va a realizar la comunicación con el computador. En la pestaña “Herramientas” se despliega la opción “tarjeta” y se selecciona la opción “Arduino uno” así se establece el modelo de placa Arduino a utilizar, el proceso se ilustra en la figura 3.12.

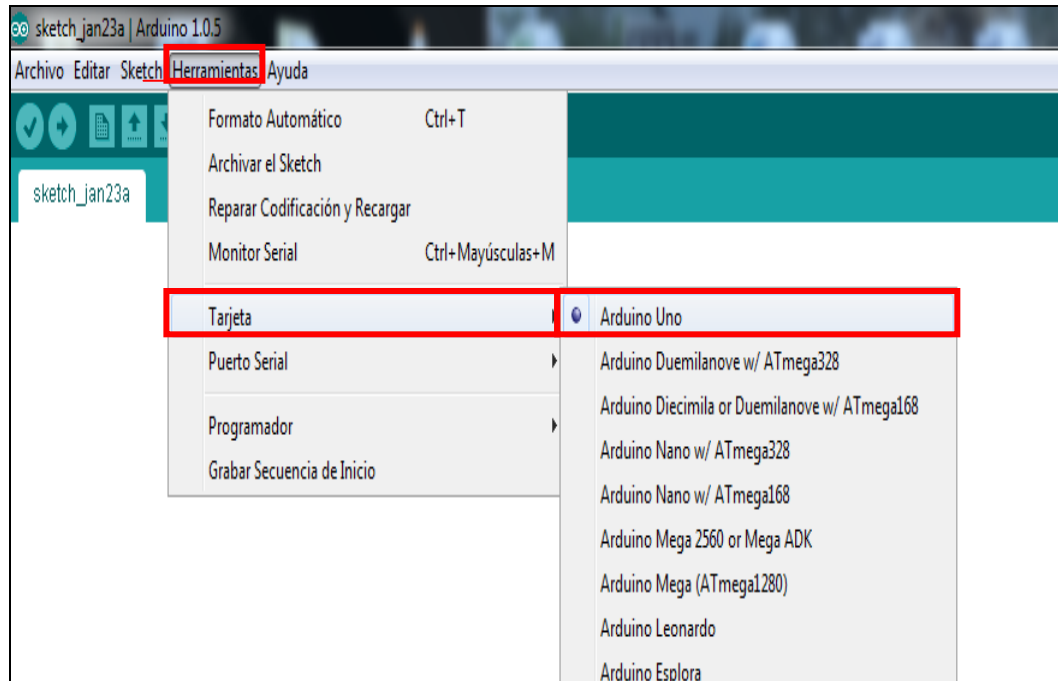
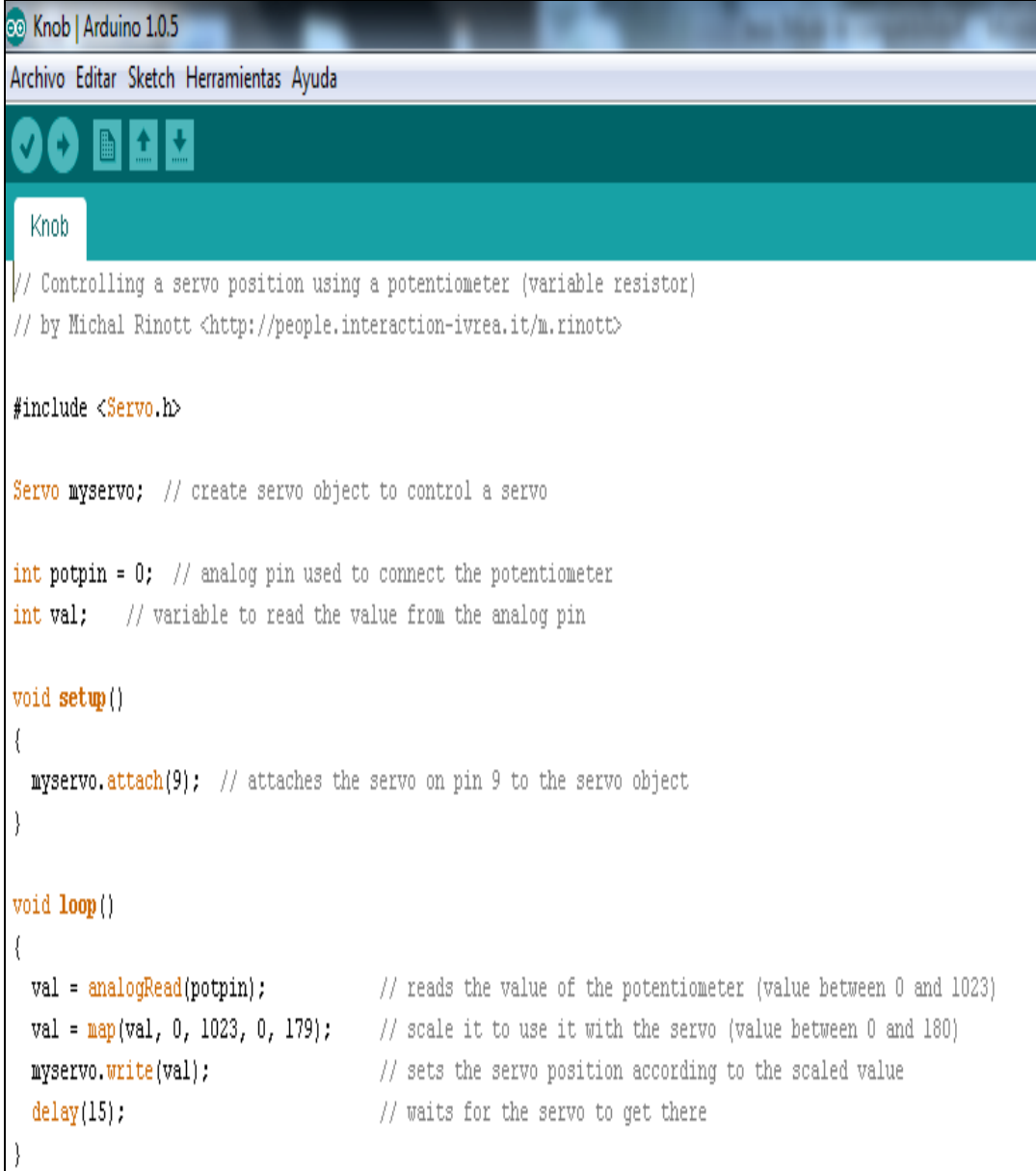


Figura. 3.12. Selección de la tarjeta Arduino UNO.

-Ahora en la pestaña “Herramientas” se despliega la opción “Puerto serial” y se selecciona la opción “COM4” que se crea cuando se conecta la placa al computador, así se establece la comunicación entre el programa y la placa de grabado.

-Ahora se despliega el programa ejemplo que se encuentra en el software pre diseñado para el control de un servo motor. Se selecciona la pestaña “Abrir” luego se despliega la opción “Servo” y se selecciona “Knob”, esto hace que se despliegue el programa pre ensamblado, este ejemplo se refiere al control de un servo motor mediante una variable en el caso de este trabajo de titulación esta variable es generada por el sensor de posición del pedal de acelerador, el programa se visualiza en la figura 3.13.

Programación en Arduino.



```
Knob | Arduino 1.0.5
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda

Knob
// Controlling a servo position using a potentiometer (variable resistor)
// by Michal Rinott <http://people.interaction-ivrea.it/m.rinott>

#include <Servo.h>

Servo myservo; // create servo object to control a servo

int potpin = 0; // analog pin used to connect the potentiometer
int val; // variable to read the value from the analog pin

void setup()
{
  myservo.attach(9); // attaches the servo on pin 9 to the servo object
}

void loop()
{
  val = analogRead(potpin); // reads the value of the potentiometer (value between 0 and 1023)
  val = map(val, 0, 1023, 0, 179); // scale it to use it with the servo (value between 0 and 180)
  myservo.write(val); // sets the servo position according to the scaled value
  delay(15); // waits for the servo to get there
}
```

Figura. 3.13. Programa de control de un servo motor.

La secuencia de líneas de programación se interpretan de la siguiente manera:

- **#include >Servo.h>** Se llama a la librería del programa para control de un servo motor de Arduino.
- **servo myservo;** Se establece un nombre al servo motor con un punto y coma al final para finalizar la acción.
- **int potpin = 0;** Se define el puerto por el cual se va a recibir la señal del sensor de rotación, para este trabajo de titulación se establece el puerto analógico 5 y finaliza con punto y coma al final.
- **int val;** Lee la variable que se recibe del sensor de rotación.
- **void setup ()** Se establece el inicio del programa con parentesis al final para iniciar una secuencia.
- **{** se abre llaves para establecer una sub rutina.
- **myservo.attach(9);** Se configura el pin en el cual se va a conectar el servo motor en este caso el 9.
- **}** Se cierran llaves para terminar una subrutina.
- **void loop ()** Se da inicio a la secuencia lógica y se utiliza el comando “loop” para generar una lectura repetitiva infinita.
- **{** se abre llaves para establecer una sub rutina.
- **val = analogRead (potpin);** El programa realiza la lectura de la variable del sensor de posición del pedal de acelerador.
- **val = map (val,0,1023,0,179);** Aquí se establecen los rangos de funcionamiento del sensor de posición así como del servo motor; el primer par de coordenadas **(0,1023)** se refiere al punto mínimo y máximo de operación del sensor en valores de señal. El segundo par de coordenadas se refiere a los grados de movimiento del servo motor **(0,179)**. Estos valores deben registrarse cuando el sistema se encuentre ya ensamblado en la maqueta didáctica para corregir la posición del servo motor.

Para obtener las coordenadas se debe realizar un mapa de la señal recibida del servo motor mediante otro programa que se explica a continuación.

Se debe abrir un nuevo programa de Arduino e ir a la pestaña **“abrir”**, **“01.Basics”**, **“AnalogReadSerial”** se hace correr el programa y se observa como varían las señales según el movimiento del pedal de acelerador, en el caso del sistema de este trabajo de titulación cuando el pedal de acelerador se encuentra en reposo el valor es **395** y cuando se encuentra totalmente presionado es **672** así se obtiene el rango de señal del sensor de rotación, este proceso se ilustra en la figura 3.14.

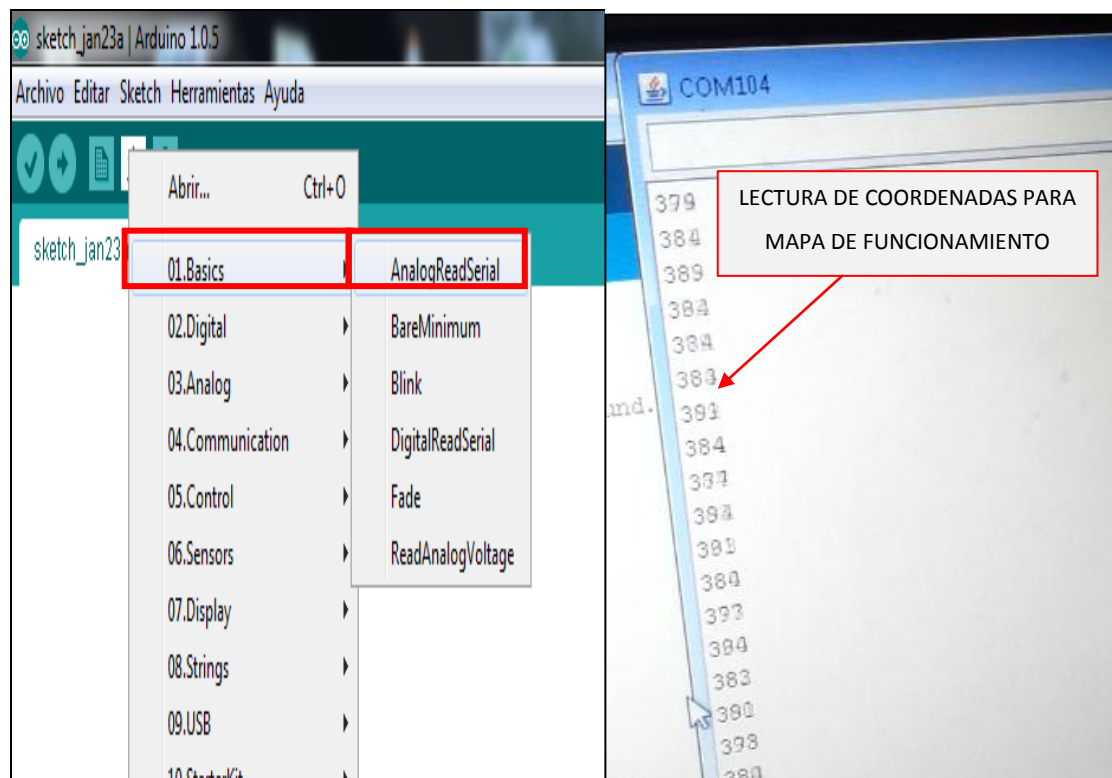


Figura. 3.14. Obtención de rangos de funcionamiento.

Ahora se calibra los grados del servo motor por la posición de ensamble, en este caso la mariposa en reposo responde a un valor de **55** que corresponde a 0 grados de rotación y abierta a 90 grados de rotación un valor de **140**.

Se reemplaza los valores de coordenadas en la línea del programa de control del servo motor la siguiente forma: *val = map (val,395,672,55,140);* y se continúa con la programación.

- *myservo.write(val);* El servo motor se posiciona en el lugar comandado por el sensor de rotación.
- *delay (1);* Se establece el retraso del servo en milisegundos en este caso 1 para que el movimiento sea instantáneo.
- *}* Se cierran llaves para terminar una subrutina.

Se Finaliza el proceso con el grabado del programa de control de servomotor se procede a retirar el AVR de la placa Arduino y debe ser insertado en la placa impresa armada, así el sistema está listo para funcionar.

A continuación se describe en la tabla 3.1, el costo de diseño del mando electrónico considerando los elementos electrónicos y demás que fueron necesarios.

Tabla 3.1. Costo de diseño del mando electrónico.

Ítem	Costo
Componentes electrónicos	\$ 50,00
Adaptaciones y componentes mecánicos	\$ 50,00
<i>Software y Hardware</i> Arduino	\$ 45,00
TOTAL	\$ 145,00

A continuación se detalla en la tabla 3.2, el costo total del trabajo de titulación de mando de acelerador electrónico para el vehículo Chevrolet Luv 2.2l

Tabla 3.2. Costo total del trabajo de titulación

Descripción	Costo
Costo de elementos principales descritos en la tabla 2.4	\$ 65,00
Costo de diseño de mando electrónico descrito en la tabla 3.1	\$ 145,00
Subtotal	\$ 210,00
Imprevistos 15%	\$ 31,50
Total	\$ 241,50

3.4. Montaje y funcionamiento en el vehículo

Se montó el mando electrónico en el vehículo Chevrolet Luv 2.2l como se observa en la figura 3.15, para observar el correcto funcionamiento, para una mejor visualización el pedal de acelerador fue instalado en el exterior del vehículo para comparar su movimiento con la apertura de la mariposa de aceleración.



Figura. 3.15. Cuerpo de aceleración electrónico.

a) Posición de reposo. Esta prueba se puede apreciar en la figura 3.16.

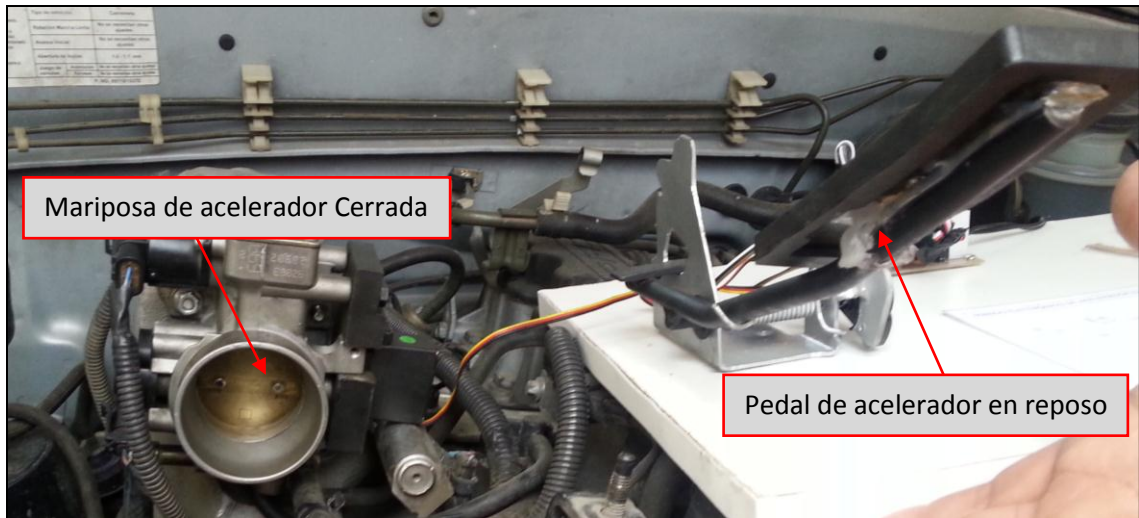


Figura. 3.16. Mando electrónico en reposo.

b) Posición de aceleración. Esta prueba se puede apreciar en la figura 3.17.

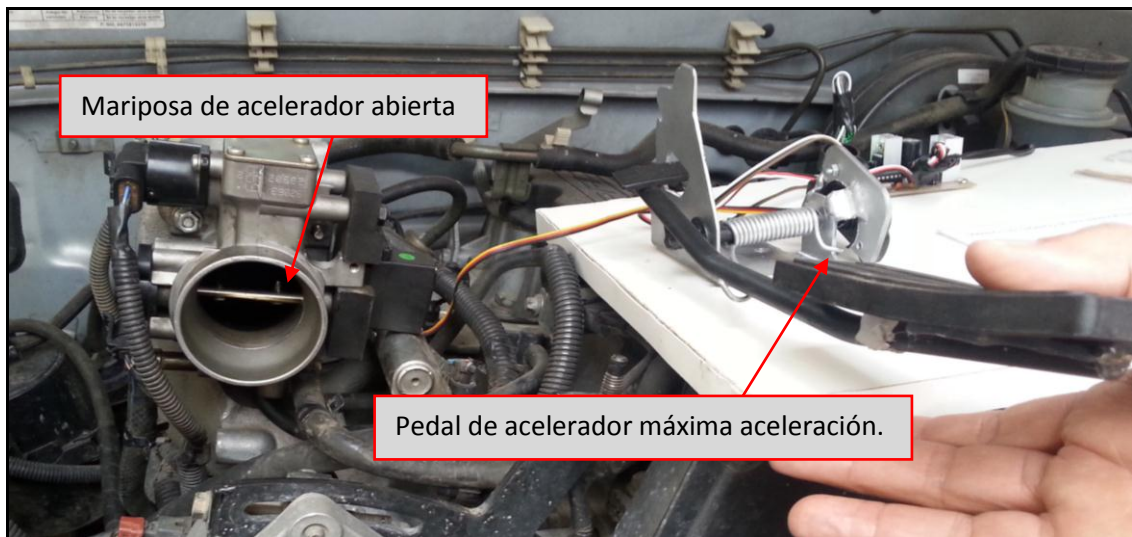


Figura. 3.17. Mando electrónico en aceleración.

El mando de acelerador electrónico funciona de manera correcta montado en el vehículo Chevrolet Luv 2.2l, sometido a pruebas de funcionamiento, se puntualizan las siguientes observaciones:

- a) La reacción de la mariposa de acelerador es instantánea al movimiento del pedal de acelerador, es decir no existen retrasos que puedan interferir en el funcionamiento del vehículo.
- b) El recorrido del pedal de acelerador corresponde con a la apertura de la mariposa de aceleración, en rangos de 0° de rotación cuando el acelerador está en reposo, hasta 90° de rotación cuando el pedal se encuentra en máxima carga.
- c) El nuevo sistema se adapta perfectamente en funcionamiento tanto con el sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) como con la válvula de control de parada (IAC) convirtiéndolo en un sistema integral de control de aceleración.
- d) Se precisa una fuerza menor para el accionamiento del sistema electrónico comparado con el mando mecánico de acelerador, conlleva un mejor grado de confort para el conductor previniendo la fatiga en periodos extensos de conducción.

Como resultado del tercer capítulo se realiza el diseño del mando electrónico para el vehículo propuesto considerando las adaptaciones necesarias y el diseño de los nuevos elementos, se realizan pruebas de funcionamiento tanto en la maqueta como en el vehículo obteniendo los mejores resultados.

CAPÍTULO IV

SIMULACIÓN DEL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL MANDO ELECTRÓNICO DEL ACELERADOR

En este capítulo se realiza la simulación del mando electrónico del acelerador mediante la operación de la maqueta didáctica, se establece una interface de comunicación, maqueta – computador, utilizando una tarjeta de adquisición de datos ‘DAQ’ para captar las señales que provienen del sensor de posición del pedal de acelerador y las señales que llegan al Servo Motor desde la unidad electrónica de control, la visualización de estas señales se la efectúa en el computador utilizando el *software Labview*.

4.1. Preparación de la maqueta didáctica

Es necesario identificar la naturaleza de los cables tanto del sensor de rotación como del servo motor y realizar un puente para poder conectar las señales a la tarjeta de adquisición de datos como se muestra en la figura 4.1, a su vez la maqueta didáctica debe quedar operativa para la simulación.

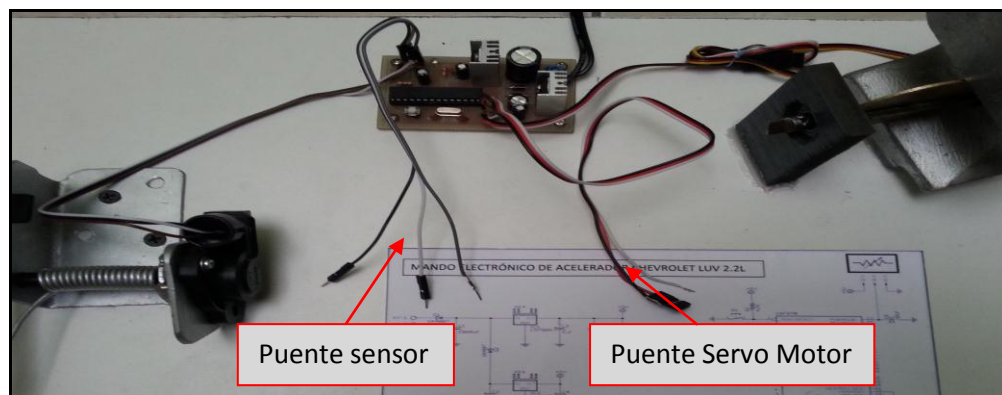


Figura. 4.1. Cables de señal.

Se describe la naturaleza de los cables utilizando los colores correspondientes.

En el sensor de rotación.

Cable gris. Tierra

Cable negro. Alimentación 5V

Cable blanco. Señal

En el Servo Motor.

Cable Negro. Tierra

Cable Rojo. Alimentación 6V

Cable Blanco. Señal.

4.2. Adquisición de datos

Este proceso se refiere a la toma de muestras reales y por medio de una tarjeta de adquisición, se realizan procesos de conversión para adaptarlos e interpretarlos mediante software en un ordenador, Para la adquisición de datos en este trabajo de titulación se utiliza la tarjeta DAQ 6009 de *National Instruments*, esta presenta en su constitución puertos de entrada y salida de señales tanto analógicas como digitales donde se conectarán los cables que previamente se identificaron según sea necesario, esta tarjeta se observa en la figura 4.2.

Esta tarjeta de adquisición se encuentra disponible en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Electrónica de la Universidad del Azuay.



Figura. 4.2. Tarjeta DAQ NI 6009

El diagrama de puertos de la tarjeta DAQ 6009 NI. Se representa a continuación en la figura 4.3.

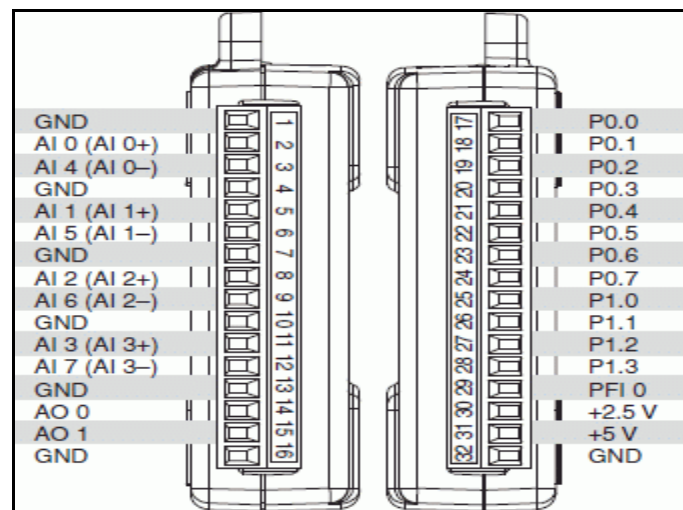


Figura. 4.3. Pines Tarjeta DAQ NI 6009

Pines de conexión tarjeta de adquisición de datos 6009 National Instruments [Ref. 30 de enero del 2014]

Fuente: http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370466V-01/device_pinouts/6009pinout/

Para la conexión de la maqueta a la tarjeta DAQ se debe tener en cuenta el tipo de señal que se pretende recopilar, en el caso de este tipo de sensores como del servo motor se trata de señales referenciadas de la cual es necesario conectar el cable de señal y la tierra a cada línea de entrada de la DAQ, otro tipo de señales son las denominadas flotantes las cuales poseen una tierra diferente y de ser el caso deben ser referenciadas a la tierra o GND de la DAQ para poder realizar su medición.

La nomenclatura AI se refiere a *Analogic input*, es decir entrada analógica y la nomenclatura AO se refiere a *Analogic output*, estas van acompañadas de un número para identificar la línea en la cual se conectan las señales tanto de entrada como de salida.

La conexión de la maqueta se realiza de la siguiente manera:

Sensor de Rotación del pedal de acelerador.

- Cable Blanco (Señal del sensor de rotación) al pin número 2 que se refiere a la entrada AI0+.
- Cable Gris (Tierra del sensor de rotación) al pin número 3 que se refiere a la entrada AI0.

Servo Motor del cuerpo de aceleración.

- Cable Blanco (Señal al Servo Motor) al pin número 5 que se refiere a la entrada AI1+
- Cable Negro (Tierra del servo Motor) al pin número 6 que se refiere a la entrada AI1-

Esta conexión se muestra a continuación en la figura 4.4.

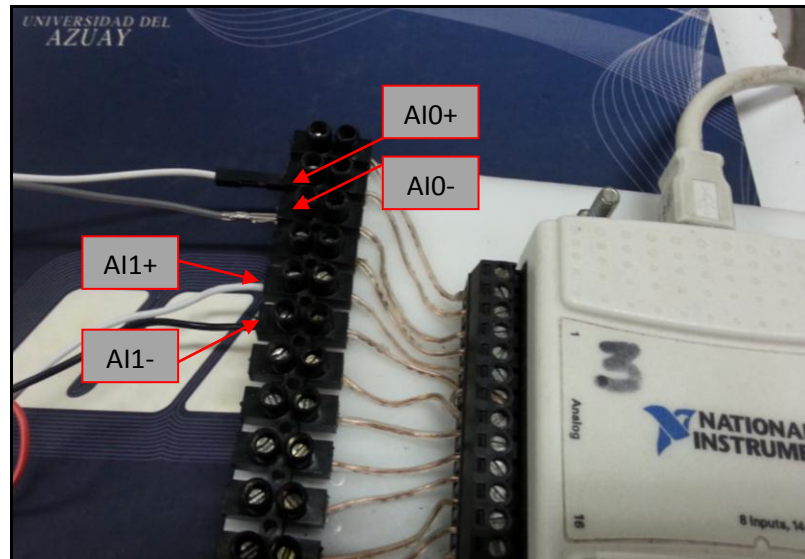


Figura. 4.4. Conexión de Pines

Así quedan las señales listas para ser interpretadas por la DAQ, la conexión hacia la computadora se realiza mediante un cable USB y la DAQ posee un indicador luminoso verde que indicará al encenderse si el dispositivo es reconocido y se encuentra listo para ser utilizado.

4.3. Introducción al *Software Labview*

Este *software* desarrollado por *National Instruments* es de naturaleza gráfica constituye un revolucionario sistema de programación para aplicaciones que involucran adquisición, control, análisis y presentación de datos, permite realizar distintos proyectos de naturaleza electrónica llamados VI's *Virtual Instruments* los cuales pueden ser completamente virtuales es decir, simulando la vida real, o pueden ser de naturaleza embebida en decir una mezcla de elementos reales y virtuales, se puede obtener este *software* mediante compra en línea o se puede optar por una versión gratuita de prueba de 30 días.

A continuación se detalla el proceso utilizado para la lectura y visualización de señales del trabajo de titulación de acelerador electrónico para el vehículo Chevrolet Luv. 2.2l

Al iniciar el programa se presentan dos ventanas, un panel en blanco denominado bloque de diagrama donde se realizan las conexiones de los elementos y la adquisición de datos, y la otra ventana se denomina panel frontal que es donde se presenta el programa ensamblado en el bloque de diagrama.

Ahora como primer paso se adquieren los datos mediante la DAQ 6009 NI para este proceso se trabaja sobre el diagrama de bloque, con el botón derecho del *mouse* se procede a desplegar la ventana de funciones donde se selecciona el icono ‘*Acquire signals*’ y luego ‘*Daq assistant*’.

El proceso de adquisición de datos se muestra en la figura 4.5.

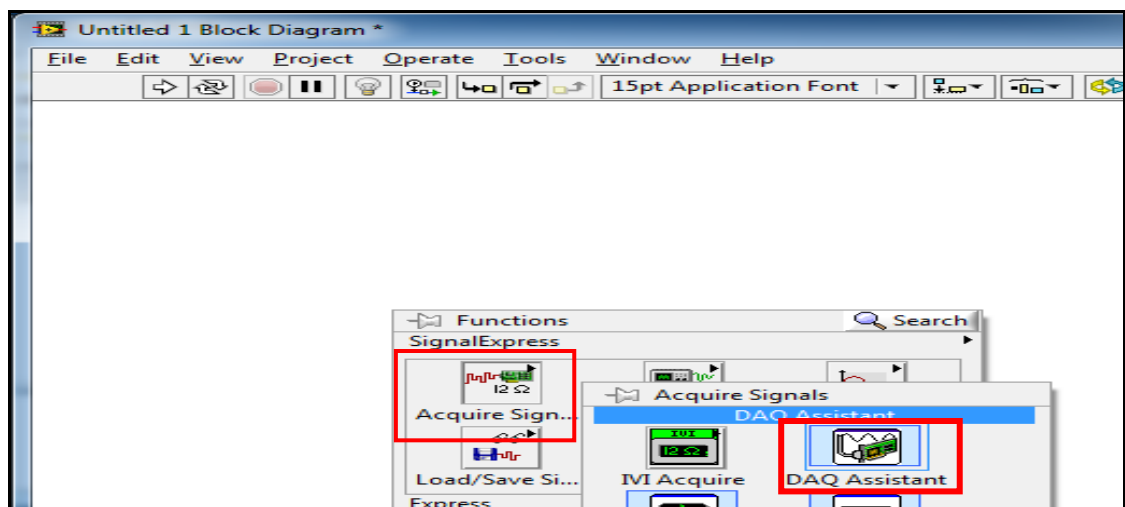


Figura. 4.5. Adquisición de Señal Labview.

En la ventana de dialogo de *DAQ assistant* se elige la señal que se desea adquirir, se selecciona ‘*Acquire Signals*’ luego ‘*Analog input*’ y finalmente ‘*voltage*’ debido a que las señales procedentes del sensor de rotación como del servo motor se interpretan por voltaje, este proceso se observa en la figura 4.6.

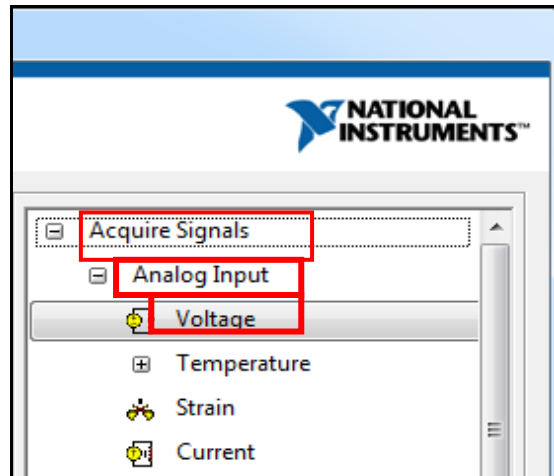


Figura. 4.6. DAQ Assistant.

Ahora se define el pin por el que se realiza la adquisición de datos del sensor de posición del pedal de acelerador, se selecciona 'ai0' es decir la entrada analógica 0 como se muestra en la figura 4.7.

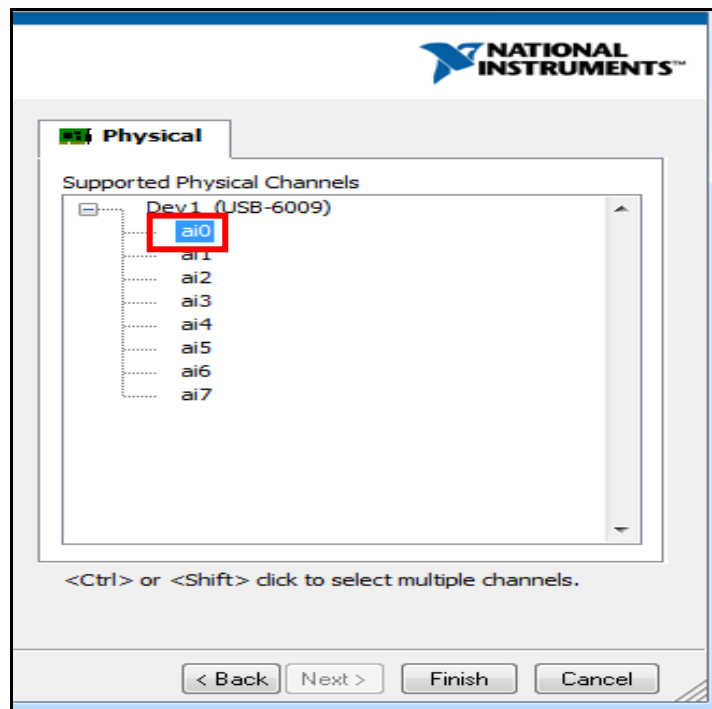


Figura. 4.7. Pin de adquisición DAQ Assistant.

Se establecen los parámetros de la señal que se va a adquirir y también se agrega otro puerto de adquisición para la lectura de la señal del Servo Motor. En la ventana de dialogo se selecciona en la opción ‘*Terminal Configuration*’ seguido de la opción ‘*Differential*’ y en la opción ‘*Rate (Hz)*’ se establece 10kHz para una correcta amplitud de visualización de la señal, ahora se agrega la segunda entrada del Servo Motor en la opción ‘*Channel Settings*’ el icono (+) y es definida la entrada ‘ai1’, finalmente se selecciona ‘OK’ así queda configurada la adquisición de la señal, el proceso se representa en la figura 4.8.

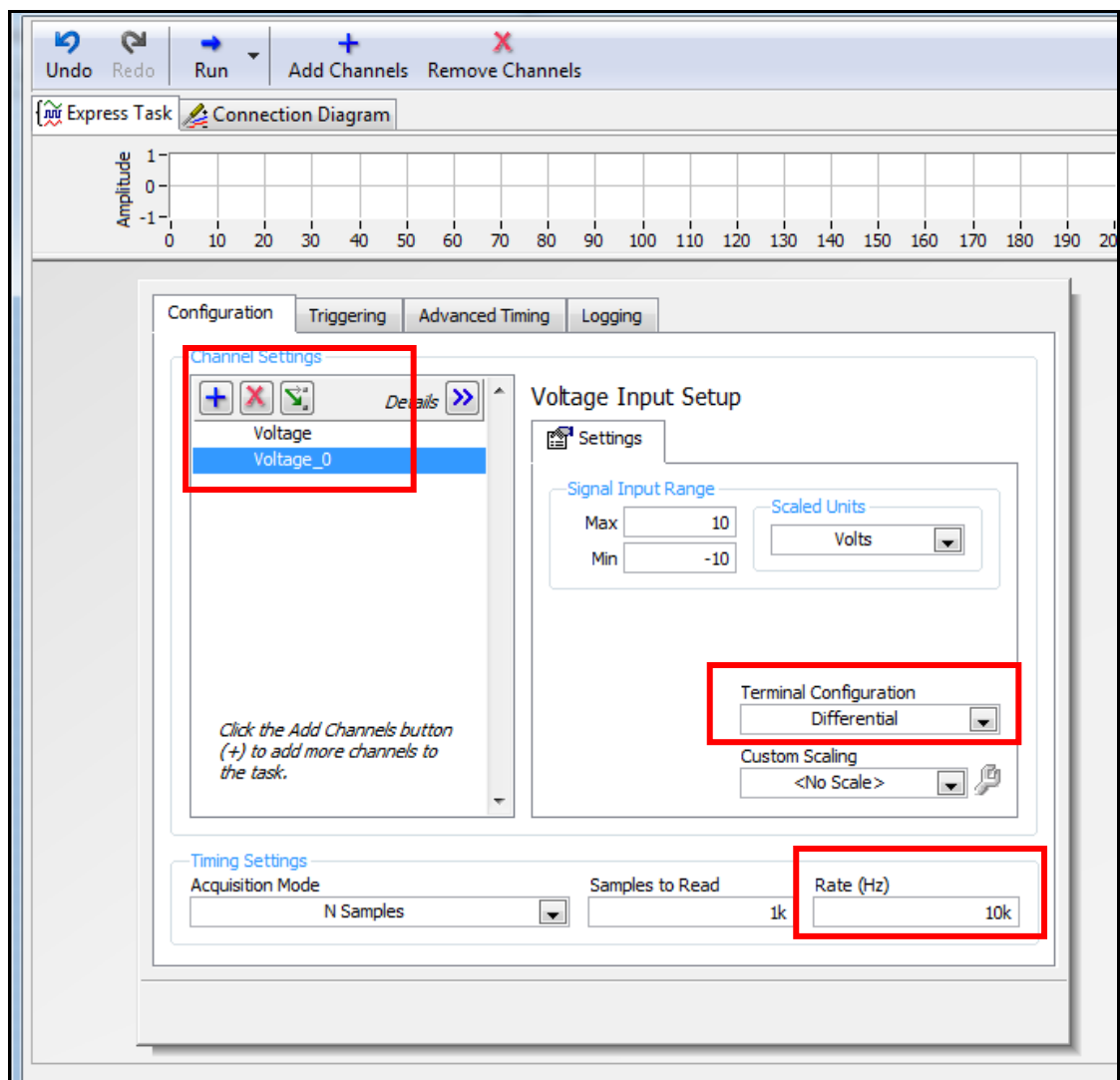


Figura. 4.8. Configuración DAQ Assistant.

Una vez creado el icono del ‘*Daq assistant*’ en el diagrama de bloque, se establece un ciclo ‘*while loop*’ que se representa como un rectángulo gris como se puede observar en la figura 4.9, dentro del cual se deben realizar todos los procesos que sean requeridos en la programación, este ciclo implica una repetición ilimitada del programa.

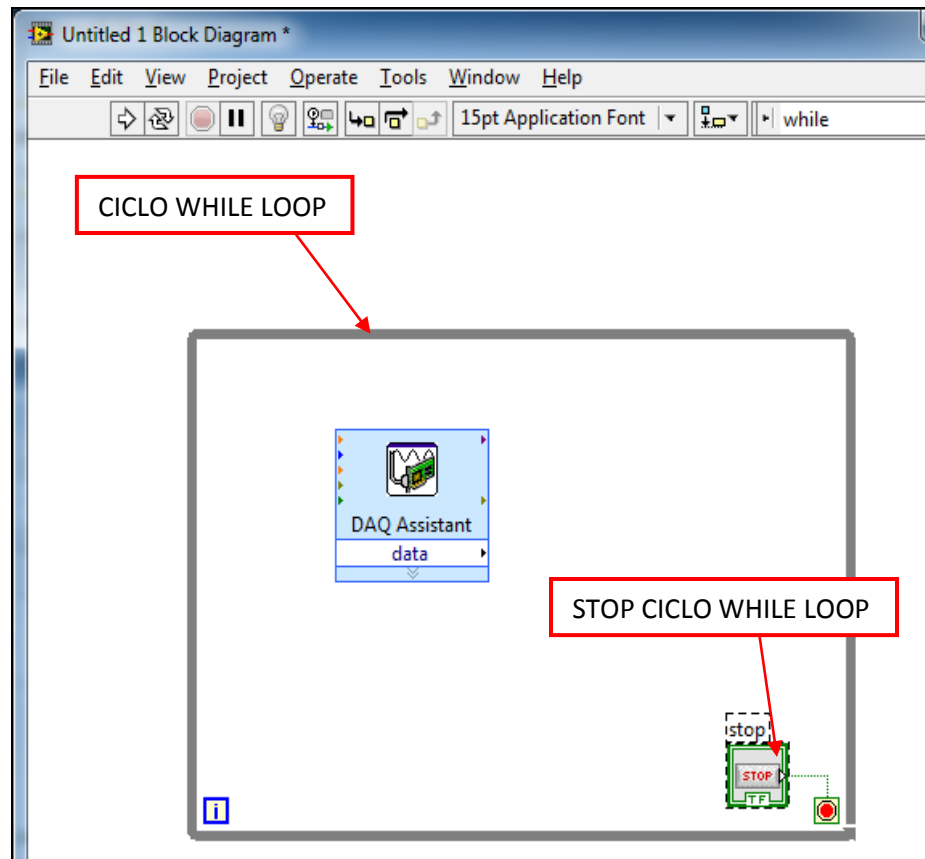


Figura. 4.9. DAQ Assistant diagrama de bloque.

A continuación se trabaja sobre el panel frontal desplegando los elementos necesarios para la visualización de la señal, la cantidad de elementos de presentación dependen exclusivamente del usuario, los elementos básicos son las gráficas de señal, en este caso se han desplegado una serie de elementos adicionales para una mejor visualización del (VI's) *Virtual Instruments* de este trabajo de titulación.

Se procede a presionar el botón derecho del mouse sobre el panel frontal para desplegar la paleta de controles y se selecciona la opción ‘*Graph Indicators*’ y ‘*Waveform Graph*’ este despliega la gráfica en el panel, se necesitan dos para este caso, una para el Sensor de posición del pedal de acelerador y otra para el Servo Motor, el proceso se puede observar en la figura 4.10.

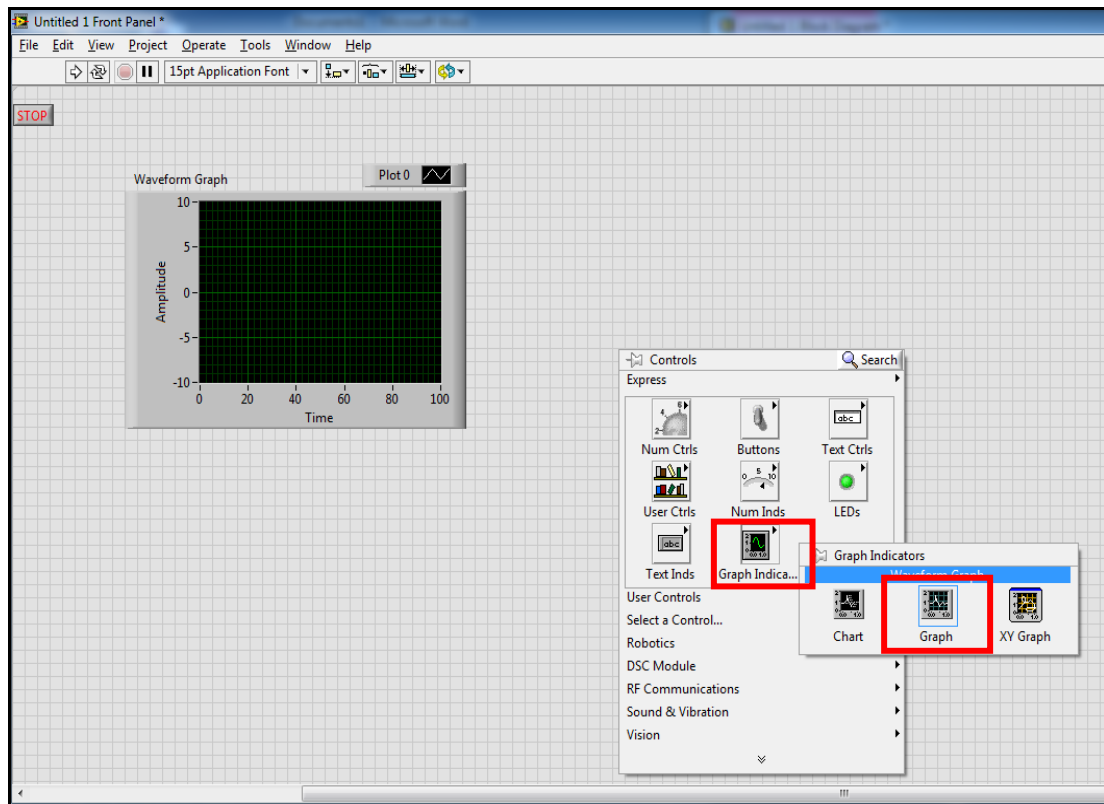


Figura. 4.10. Panel frontal.

Desde la misma paleta de control se agregan además 3 leds que se encienden cuando la configuración lo precisa, 2 indicadores numéricos que sirven para fijar valores, 2 contadores numéricos que indican los valores relacionados con la medición realizada y además un medidor de aguja para observar la desviación en el funcionamiento en este trabajo de titulación.

Todos los elementos que se insertan en este panel frontal se despliegan por defecto también en el diagrama de bloque donde se realiza su conexión.

Las conexiones relacionadas a los elementos desplegados en el panel frontal se realizan de la siguiente manera descrita en la figura 3.11, además se agregan ciertos elementos como un ‘*splitt signal*’ necesario para dividir las dos señales del *DAQ Assistant*, también elementos de comparación como ‘menor o igual’, ‘mayor o igual’, e ‘igual’ para crear la lógica del funcionamiento de los *led*'s.

Todos los elementos descritos tanto para el panel frontal como para el diagrama de bloque se los puede llamar mediante la opción de búsqueda en la parte superior de las ventanas en caso de no encontrarlos en las paletas de control.

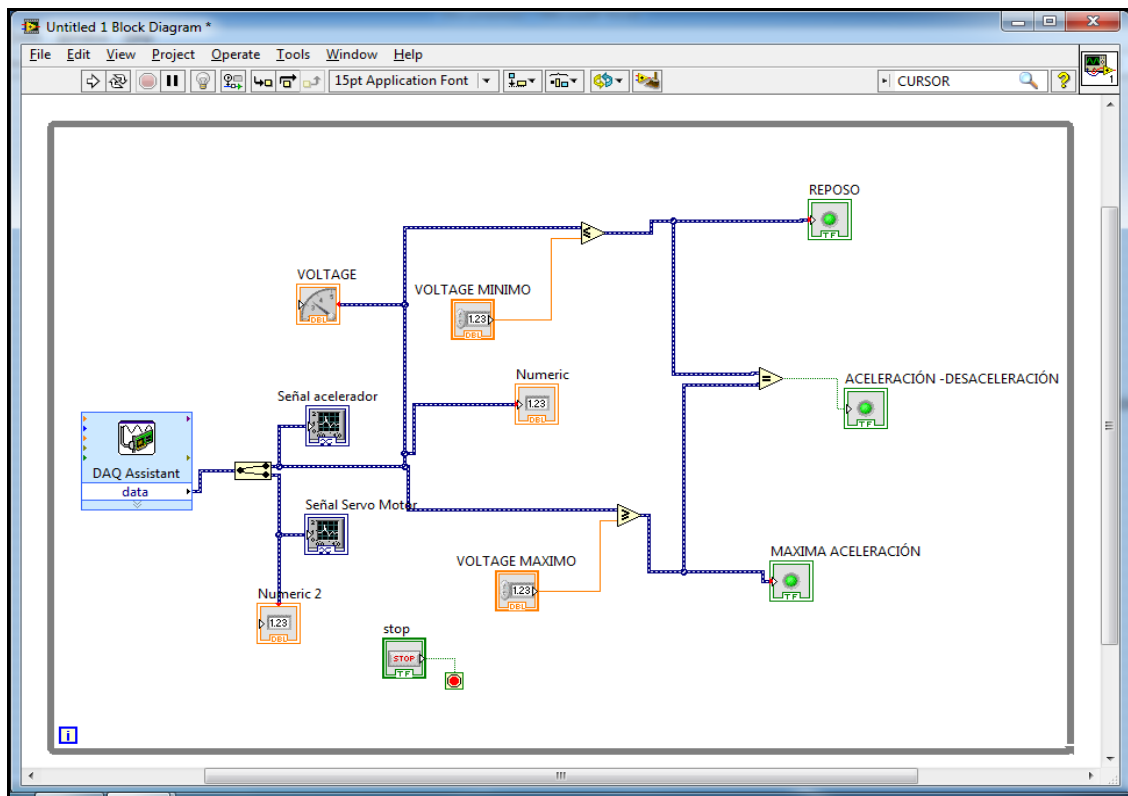


Figura. 4.11. Diagrama de bloque final.

Para finalizar se demuestra el programa final presentado en el panel frontal con la simulación corriendo y el accionamiento de la maqueta didáctica.

4.4. Simulación

Una vez realizados los ajustes necesarios en la maqueta didáctica, familiarizado con el entorno constructivo de funcionamiento del *Software Labview* y ensamblado un (VI's) *Virtual Instruments* que permita visualizar las señales que desprenden del funcionamiento del nuevo sistema de mando electrónico se realiza una simulación parte virtual y parte real, a continuación la visualización de las señales obtenidas.

4.4.1. Pedal de acelerador en reposo, (figura 4.12)

- Voltaje aproximado de señal del sensor de rotación del pedal de acelerador 1,8V
- Led indicador de reposo activado en color amarillo
- Se observa el ancho de la señal de pulso del Servo Motor.

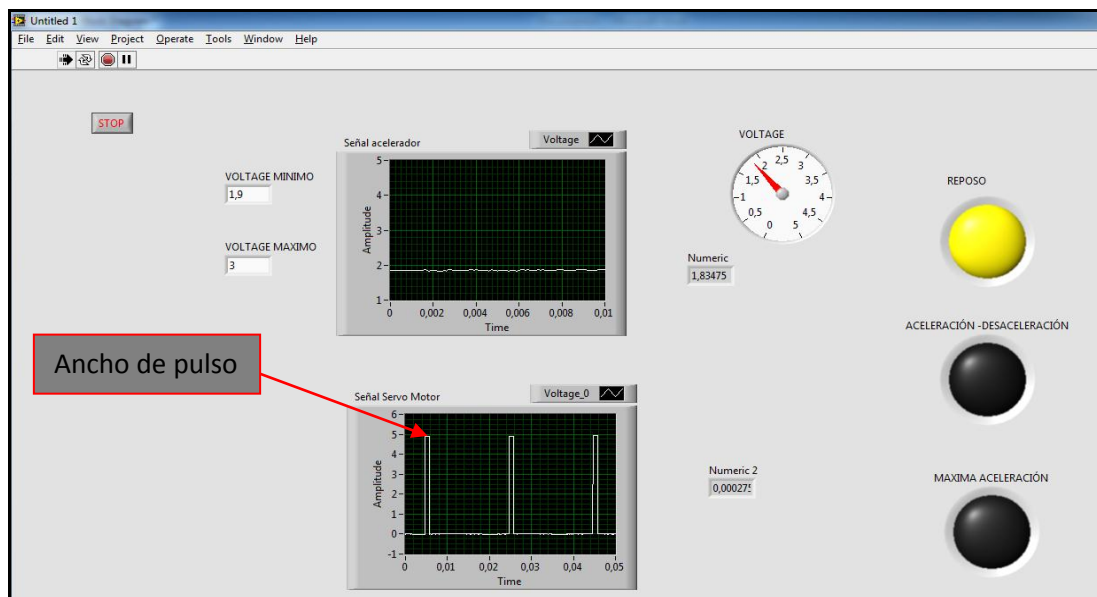


Figura. 4.12. Simulación de Reposo.

4.4.2. Pedal de acelerador en movimiento, (figura 4.13).

- Se observa el incremento o decremento del voltaje del sensor de rotación del pedal de aceleración.
- *Led* indicador de aceleración – desaceleración encendido color naranja.
- Variación en el ancho del pulso de la señal del Servo Motor

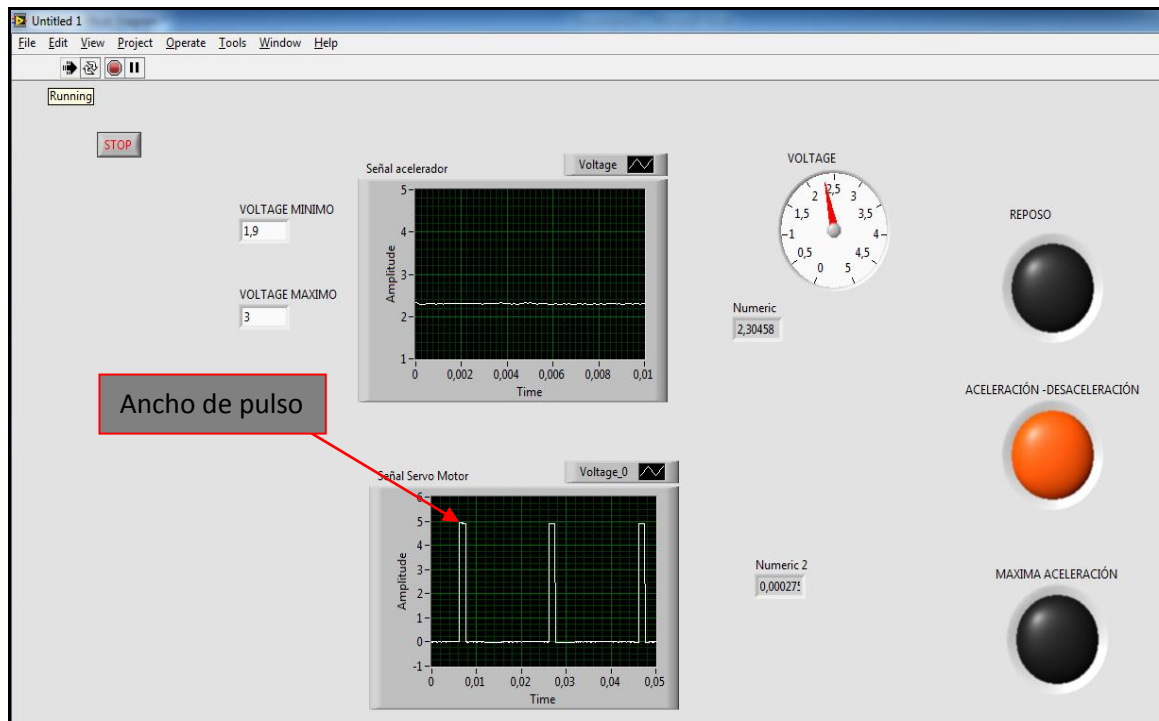


Figura. 4.13. Movimiento del pedal.

4.4.3. Pedal de acelerador en máxima carga, (figura 4.14.).

- Se establece un voltaje aproximado del sensor de rotación del pedal de acelerador de 3,2V
- Led indicador de máxima carga encendido en color rojo.
- Variación del ancho de pulso de la señal del Servo Motor.

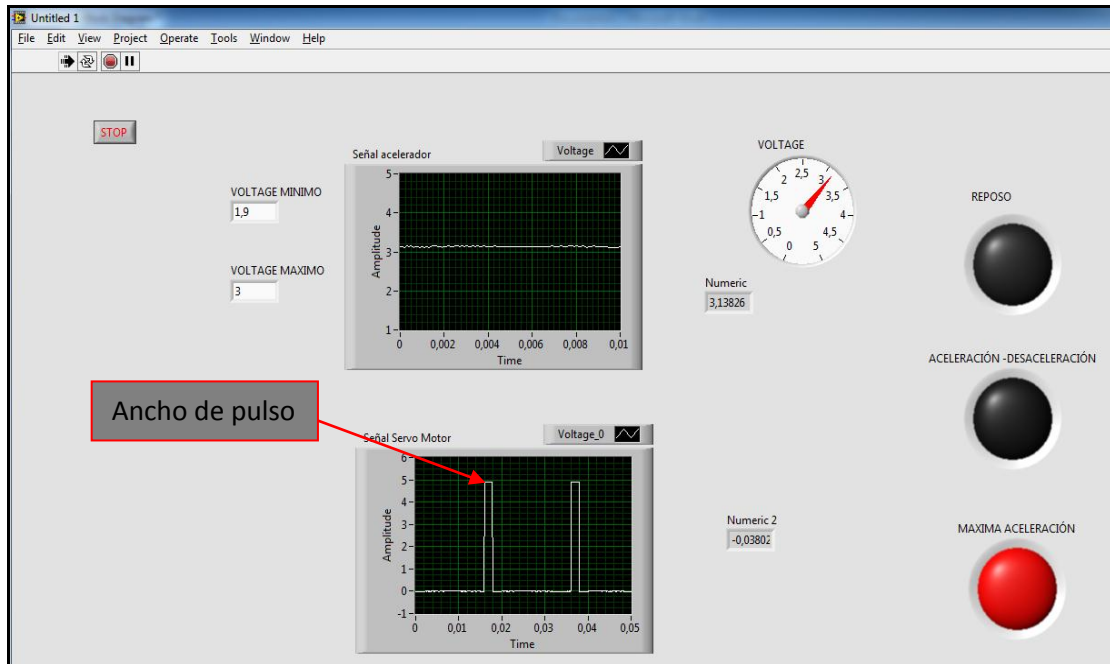


Figura. 4.14. Máxima carga.

Como resultado del cuarto capítulo se realiza una simulación con el uso de la maqueta didáctica construida logrando visualizar las señales que se generan en el nuevo sistema, así también la utilización del *software labview* que mediante las tarjetas de adquisición de datos resultan una herramienta muy útil en el campo automotriz.

ACRÓNIMOS

TPS. *Throttle Position Sensor* (sensor de posición del acelerador)

IAC. *Idle Air Control* (control de aire de parada)

ECU. *Electronic Control Unit* (Unidad Electrónica de Control)

CTS. *Chicago Telephone Supply* (Suministros telefónicos de Chicago)

DAQ. *Data acquisition* (Adquisición de datos)

NI. *National Instruments* (Instrumentos Nacionales)

GND. *Ground* (Tierra)

USB. *Universal Serial Bus* (Bus universal en serie)

LABVIEW. *Laboratory virtual instrumentation engineering workbench* (Banco de laboratorio virtual de instrumentación para ingeniería)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Se puso en funcionamiento con éxito el sistema de mando de acelerador electrónico tanto en la maqueta didáctica como en el vehículo Chevrolet Luv 2.2l cumpliendo con el objetivo planteado en este trabajo de titulación, sustituyendo al sistema de mando mecánico por el nuevo sistema de mando electrónico del acelerador.
- Los componentes utilizados para el nuevo sistema son de fácil adquisición en el medio, con un costo total aproximado de \$240,00 representa un costo acorde a las ventajas del nuevo sistema.
- Este trabajo de titulación se resume como una guía detallada para realizar la adaptación, mecánica, eléctrica y electrónica de un sistema de mando electrónico de acelerador para el vehículo en estudio y su aplicación inmediata.
- Se recomienda continuar con el desarrollo y estudio de estos sistemas con el fin de ser aplicados no solo en vehículos convencionales, sino también, como adaptaciones para personas con discapacidades las cuales pueden buscar la inclusión mediante sistemas de control vehiculares adecuados a sus necesidades.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- 1- DENTON, Tom. Automobile Electrical and Electronic Systems. 4ta edición. Routledge New York. 2012.
- 2- BOSCH, Robert. Manual de la técnica del automóvil 4ta edición. Editorial GmbH. Plochingen. 2005.
- 3- RIBBENS, William. Electrónica automotriz. LIMUSA, México, 2007.
- 4- OROVIO, Manuel. Tecnología del automóvil. Paraninfo S.A. Madrid 2010.
- 5- LAJARA, José; PELEGRÍ, José. Entorno grafico de programación 2da edición, Barcelona 2011.
- 6- Boletín Escuela de Informática, Facultad de Informática y Ciencias Aplicadas, UTEC Septiembre 2009.
- 7- SHIGLEY. Diseño en ingeniería mecánica 8va edición traducida al español. Ingramex. México 2008.
- 8- MACHUT, Jean. Selección de componentes en electrónica traducida al español. Marcombo S.A. Barcelona 2003.
- 9- BEIGBEDER, Federico. Diccionario técnico Inglés – Español 2da edición. España 2006
- 10- TORRENTE, Óscar. Arduino curso práctico de formación .Madrid 2013.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.

- 1- EHT MOTORS. Sensores de posición de cigüeñal [En línea]:
<http://ehtmotors.com/sensores.php?p=ckp> [Revisado el 25 de noviembre del 2013].
- 2- I+D ELECTRÓNICA. Características Atmega 328P. [En línea]:
http://www.didacticaselectronicas.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=621&category_id=39&option=com_virtuemart&Itemid=108&vmcchk=1&Itemid=108 [Revisado 14 de diciembre del 2013].
- 3- CTS CORPORATION. Sensor de posición de rotación serie 525. [En línea]:
<http://www.ctscorp.com/automotive/sensors/rotarypositionsensorsranges.htm>
[Revisado el 20 de diciembre del 2013].
- 4- ARDUINO. Tarjeta Arduino Uno características generales. [En línea]:
<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno> [Revisado el 8 de enero del 2014].
- 5- SERVO DATABASE. Características generales Servo Motor Hitec HS 311. [En línea]: <http://www.servodatabase.com/servo/hitec/hs-311> [Revisado el 19 de diciembre del 2013].
- 6- NATIONAL INSTRUMENTS. Características del software de desarrollo de sistemas Labview. [En línea]: <http://www.ni.com/labview/esa/> [Revisado el 2 de febrero del 2014].

- 7- NATIONAL INSTRUMENTS. Características de la tarjeta de adquisición de datos DAQ 6009. [En línea]: [Revisado el 28 de enero del 2014], de <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/201987> .
- 8- ENAUTO. Acelerador electrónico, funcionamiento y fallas. [En línea]. <http://www.enauto.cl/acelerador-electronico/> [Revisado el 9 de septiembre del 2013].
- 9- ALLDATASHEET. Buscador de características de componentes electrónicos. [En línea]. <http://www.alldatasheet.com/?gclid=CILFz-uJs7wCFVfk7AodHmoAiQ> [Revisado el 6 diciembre del 2013].
- 10- TODO MECANICA. Foro manual de taller y despiece de Chevrolet Luv 2.2.L. [En línea]. http://www.foro.todomecanica.com/chevrolet/manual_de_taller_y_despieze_de_una_chevrolet_luv_2.2_2001_12338.msg34005.html#msg34005 [Revisado el 20 de octubre del 2013].
- 11- ZONE NI. Diagrama de pines de tarjeta DAQ 6009. [En línea]. http://zone.ni.com/reference/en-XX/help/370466V-01/device_pinouts/6009pinout/ [Revisado el 30 de enero del 2014].
- 12- PRACTICANDO ARDUINO. Descripción de pines de Atmega 328P. [En línea]. <http://www.practicandoarduino.com/atmega328p-arduino-uno/> [Revisado el 5 de diciembre del 2014].
- 13- ELECTRONILAB. Tienda en línea de componentes electrónicos [En línea]. <http://electronilab.co/wp-content/uploads/2013/07/ATMEGA328-PU.jpg> [Revisado el 5 de diciembre del 2014].

- 14- HITEC MULTIPLEX. Página oficial del servo motor Hitec HS 311 características. [En línea].<http://hitecrd.com/products/servos/sport-servos/analog-sport-servos/hs-311-standard-economy-servo/product> [Revisado el 5 de noviembre del 2013].

- 15- TESEO MOTOR. Sensores de posición de árbol de levas. [En línea].
<http://www.teseomotor.com/2013/03/sensor-del-arbol-de-levasconceptos.html> [Revisado el 28 de enero del 2014].

- 16- MECANICA FACIL. Descripción del sensor TPS. [En línea].
<http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTps> [Revisado el 26 de mayo del 2013].

- 17- AUTOMECANICO. Descripción de la válvula IAC. [En línea]
<http://automecanico.com/auto2027A/chevr1228.html> [Revisado el 28 de mayo del 2013].

ANEXOS

Índice de anexos

-Anexo 1. Imágenes procesos mecánicos de elaboración de la maqueta didáctica.

-Anexo 2. Geometría de la base del sensor de posición del pedal de acelerador.

-Anexo 3. Geometría de la base del servo motor.

-Anexo 4. Placa impresa.

-Anexo 5. Mapa de elementos electrónicos.

Anexo 1

Imágenes procesos mecánicos de elaboración de la maqueta didáctica.



Rayado de plantillas.



Corte mediante plasma.



Doblado mediante prensa.



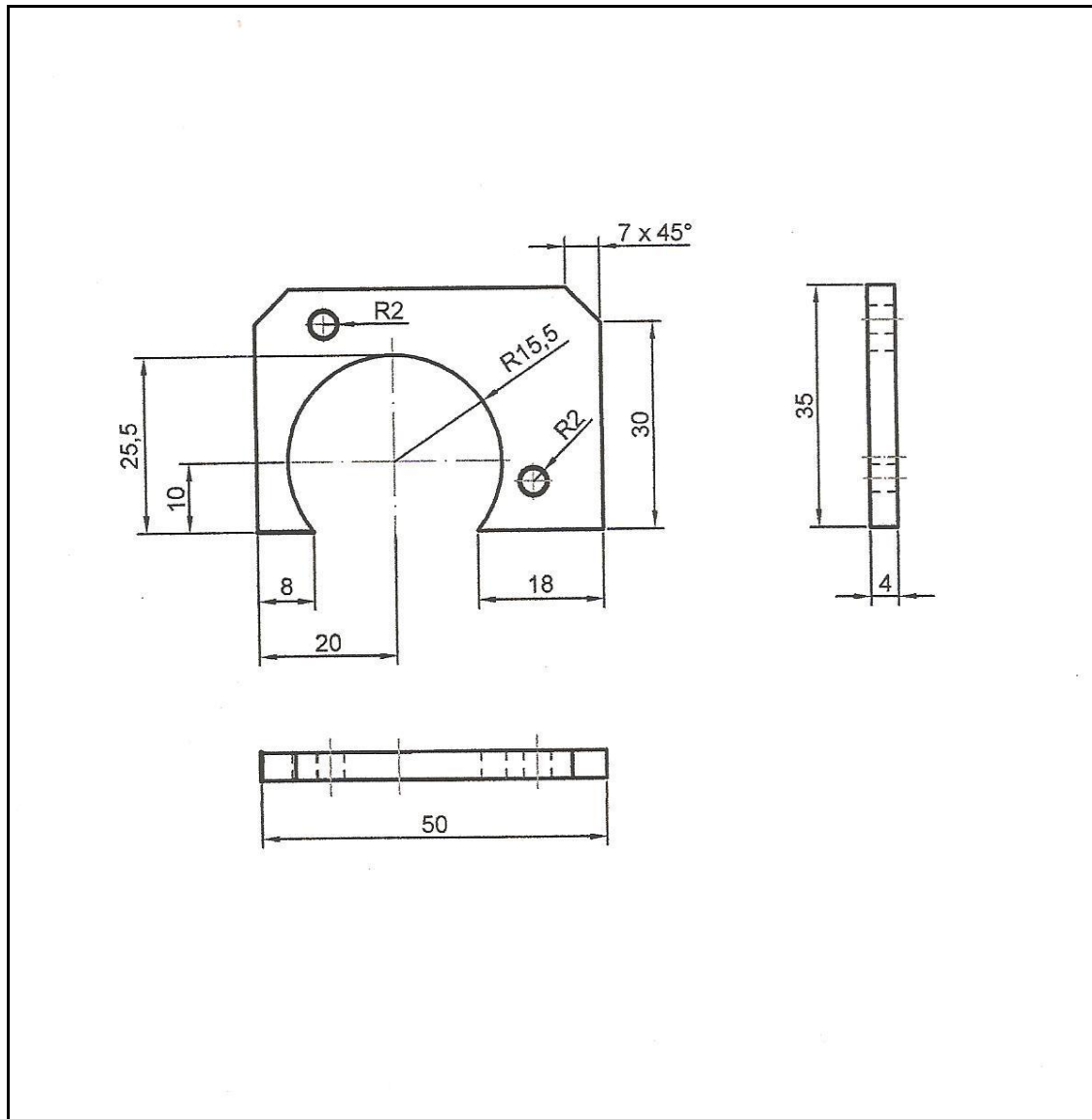
Cepillado y maquinado del grilón.



Ensamble pedal de acelerador.

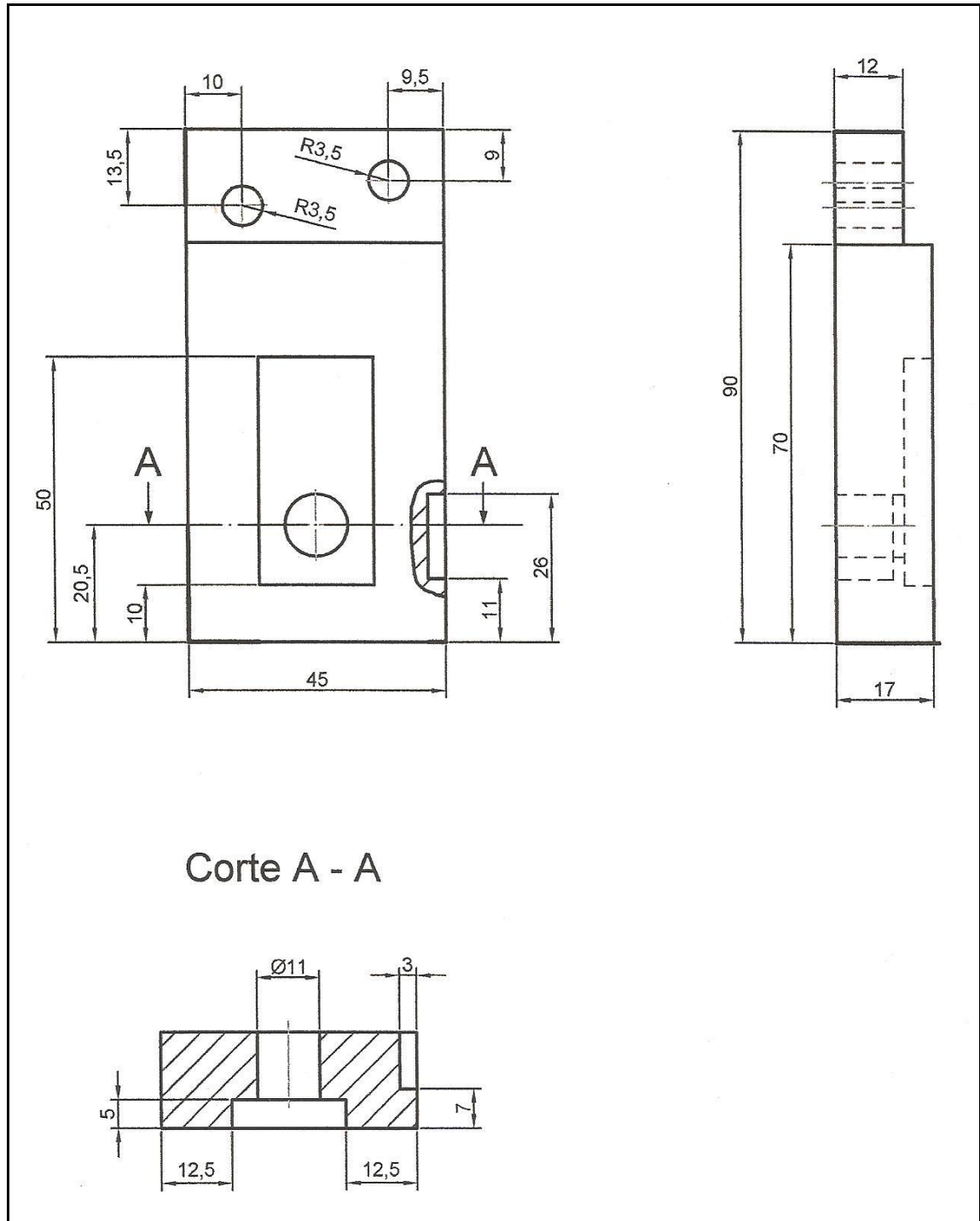


Soldadura de base del sensor.

Anexo 2.**Geometría base del sensor de posición del pedal de acelerador.**

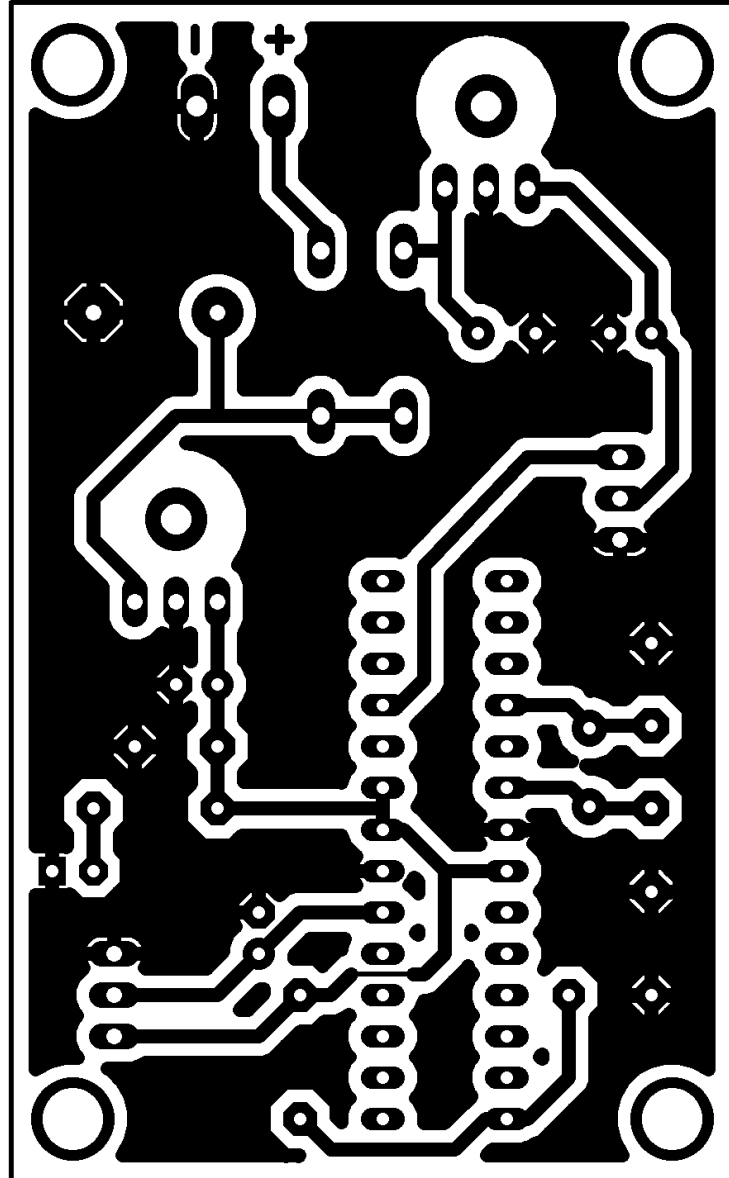
Anexo 3.

Geometría base de servo motor.



Anexo 4.

Placa impresa del circuito.



Anexo 5.

Mapa de elementos electrónicos.

