



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRÍZ**

**“DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE  
EMBRAGUE, FRENO Y ACELERADOR DE UN  
VEHÍCULO PARA UNA PERSONA CON  
DISCAPACIDAD EN SUS EXTREMIDADES  
INFERIORES”**

**CHAGCHA GUERRERO JORGE LUIS  
LEÓN MOYOTA DIEGO ARMANDO**

## **TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

# **INGENIERO AUTOMOTRÍZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2014**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2011-06-21

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**JORGE LUIS CHAGCHA GUERRERO**

---

Titulada:

**“DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EMBRAGUE, FRENO Y  
ACELERADOR DE UN VEHÍCULO PARA UNA PERSONA CON  
DISCAPACIDAD EN SUS EXTREMIDADES INFERIORES”**

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

**INGENIERO AUTOMOTRÍZ**

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Jorge Paucar Guambo  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Diego Álvarez Luna  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** JORGE LUIS CHAGCHA GUERRERO

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EMBRAGUE, FRENO Y ACELERADOR DE UN VEHÍCULO PARA UNA PERSONA CON DISCAPACIDAD EN SUS EXTREMIDADES INFERIORES”

**Fecha de Examinación:** 2013-10-30

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jorge Paucar Guambo DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Diego Álvarez Luna ASESOR			

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

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

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

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2011-06-21

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**DIEGO ARMANDO LEÓN MOYOTA**

---

Titulada:

**“DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EMBRAGUE, FRENO Y  
ACELERADOR DE UN VEHÍCULO PARA UNA PERSONA CON  
DISCAPACIDAD EN SUS EXTREMIDADES INFERIORES”**

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

**INGENIERO AUTOMOTRÍZ**

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Jorge Paucar Guambo  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Diego Álvarez Luna  
ASESOR DE TESIS



# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** JORGE LUIS CHAGCHA GUERRERO

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DISEÑO Y ADAPTACIÓN DE LOS SISTEMAS DE EMBRAGUE, FRENO Y ACELERADOR DE UN VEHÍCULO PARA UNA PERSONA CON DISCAPACIDAD EN SUS EXTREMIDADES INFERIORES”

**Fecha de Examinación:** 2013-10-30

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán Gallegos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Jorge Paucar Guambo DIRECTOR DE TESIS			
Ing. Diego Álvarez Luna ASESOR			

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

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

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

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

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

---

Jorge Luis Chagcha Guerrero

---

Diego Armando León Moyota

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la gran oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Al Director de la tesis Ing. Jorge Paucar por su gran ayuda intelectual y científica para el desarrollo de este proyecto, al Ing. Diego Álvarez por su aporte en este tema de gran aporte para poder transformarnos socialmente.

Y en especial para todos los amigos, compañeros que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con énfasis una etapa de nuestra vida diaria.

**Jorge Luis Chagcha Guerrero**

Quiero dar mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad y a mi país.

Al Director de la tesis Ing. Jorge Paucar por su gran ayuda científica y emocional para el desarrollo de este proyecto, al Ing. Diego Álvarez por su aporte en la asesoría en temas importantes y necesarios.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa más de mi vida.

**Diego Armando León Moyota**

## **DEDICATORIA**

“Las cosas más bellas y mejores en el mundo, no pueden verse ni tocarse pero se sienten en el corazón”, es por eso que quiero dedicar este proyecto a mis padres Manuel y Aidee, ya que sin su apoyo moral y económico no habría podido dar por finalizada esta etapa de mi vida, a mis hermanos Javier y Fabián que han sido un constante apoyo durante toda mi carrera, y por último a todos mis amigos y compañeros que me han acompañado en mi vida politécnica.

**Jorge Luis Chagcha Guerrero**

“Dios guía mis pasos, me da fortaleza y me ayuda a crecer”. Gracias a mi padre Mario León, ya que sin su apoyo y sus sabios consejos no hubiera conseguido este logro en mi vida “Siempre vivirás en mi corazón”. A mi madre Marina Moyota y mis hermanos que día a día me brindaron el apoyo emocional y económico para estudiar “Madre luz de mi vida”.

A mi esposa Fernanda y en especial a mis hijos Sebastián, Angélica y Renata que con su amor y comprensión me dieron las fuerzas para seguir adelante y nunca darme por vencido “Hijos míos, luz de mis ojos”.

Amigos y compañeros gracias por esos consejos de superación y demás personas que con una palabra de aliento me dieron fuerza para este logro en mi vida “Gracias”.

**Diego Armando León Moyota**

## CONTENIDO

		Pág.
<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	1
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	<i>Objetivo general.....</i>	2
1.3.2	<i>Objetivos específicos.....</i>	2
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	
2.1	Marco conceptual.....	3
2.2	Marco teórico.....	3
2.2.1	<i>Discapacidad en la sociedad.....</i>	3
2.3	Transportación para las personas con discapacidad.....	5
2.4	Reglas impuestas por el conadis.....	5
2.4.1	<i>Sobre quienes acceden a la importación de vehículos.....</i>	6
2.4.2	<i>Sobre el incumplimiento y mal uso del vehículo.....</i>	6
2.4.3	<i>Sobre la exoneración de impuestos de vehículos especiales.....</i>	6
2.4.4	<i>Sobre la importación de estos vehículos.....</i>	7
2.4.5	<i>Sobre los requisitos para la autorización de importación.....</i>	8
2.4.6	<i>Sobre los costos de la adquisición realizada.....</i>	8
2.4.7	<i>Sobre el permiso para conducir.....</i>	9
2.5	Adaptaciones de los vehículos para personas con discapacidad.....	9
2.5.1	<i>Tipos de adaptaciones de los vehículos.....</i>	10
2.6	Funcionamiento mecánico del automóvil.....	10
2.7	Acelerador.....	11
2.7.1	<i>Mecanismo de accionamiento del acelerador.....</i>	11
2.7.2	<i>Funcionamiento.....</i>	12
2.8	Freno.....	13
2.8.1	<i>Aspectos del frenado de servicio.....</i>	14
2.8.1.1	<i>Frenado de estacionamiento.....</i>	15
2.8.1.2	<i>Frenado de emergencia o socorro.....</i>	15
2.8.2	<i>Clasificación de los sistemas de freno.....</i>	15
2.8.2.1	<i>Constitución y funcionamiento de los frenos mecánicos.....</i>	15
2.8.3	<i>Constitución y funcionamiento de los frenos hidráulicos.....</i>	16
2.8.4	<i>Frenos neumáticos.....</i>	17
2.8.5	<i>Frenos eléctricos.....</i>	18
2.8.6	<i>Principio de inercia.....</i>	18
2.8.7	<i>Acción y reacción.....</i>	18
2.9	Embrague.....	18
2.9.1	<i>Mecanismo de transmisión del embrague.....</i>	19
2.9.2	<i>Embrague hidráulico.....</i>	19
2.9.3	<i>Embrague mecánico.....</i>	20
<b>3.</b>	<b>DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO</b>	
3.1	Detalle de los elementos principales del proyecto.....	21
3.2	Pedales de accionamiento del acelerador, freno y embrague.....	21
3.3	Sistemas de accionamiento del acelerador, freno y embrague.....	22
3.4	Unidad de control electrónica.....	22
3.4.1	<i>Potenciómetro.....</i>	22
3.4.2	<i>Aplicaciones.....</i>	25

3.4.3	<i>Potenciómetros de desplazamiento lineal.....</i>	26
3.4.3.1	<i>Potenciómetro de desplazamiento angular.....</i>	26
3.4.3.2	<i>Potenciómetros logarítmicos.....</i>	27
3.4.3.3	<i>Ventajas y desventajas.....</i>	28
3.5	Capacitores.....	28
3.5.1	<i>Carga y descarga de un capacitor.....</i>	28
3.6	Avr.....	29
3.6.1	<i>Avr atmega 8.....</i>	30
3.7	Conector molex.....	31
3.8	Conector Idc.....	32
3.9	Bornera.....	32
3.10	Cable plano flexible.....	33
3.10.1	<i>Cable plano flexible de 35 conductores.....</i>	34
3.11	Servomotor.....	34
3.11.2	<i>Tipos de servomotores.....</i>	35
3.11.3	<i>Partes de un servomotor.....</i>	36
3.11.4	<i>Conexión de un servomotor.....</i>	36
3.11.5	<i>Características técnicas.....</i>	37
3.11.6	<i>Funcionamiento del servomotor.....</i>	38
3.11.7	<i>Prueba del servomotor.....</i>	41
3.11.8	<i>Modificación de los servomotores.....</i>	41
3.11.9	<i>Aplicaciones.....</i>	42
3.11.10	<i>Ventajas del proyecto.....</i>	42
3.12	Mediciones.....	43
3.12.1	<i>Mediciones para los sistemas de aceleración, freno y embrague.....</i>	43
3.12.2	<i>Ángulo de giro de la mariposa de aceleración.....</i>	43
3.12.3	<i>Dinamómetro para medir el par necesario para el accionamiento de los pedales de aceleración, freno y embrague.....</i>	45
3.12.3.1	<i>Medición del ángulo de giro del pedal del acelerador, freno y embrague.....</i>	45
3.13	Diseño del mecanismo y soporte.....	48
3.13.1	<i>Construcción del volante central de la dirección.....</i>	49
3.13.2	<i>Diseño y construcción del volante que accionará el acelerador.....</i>	53
3.13.3	<i>Funcionamiento del volante de aceleración.....</i>	55
3.13.3.1	<i>Resortes.....</i>	56
3.13.3.2	<i>Condicionamiento del resorte.....</i>	56
3.13.3.3	<i>Ley de Hooke.....</i>	56
3.13.3.4	<i>Análisis de la fatiga.....</i>	58
3.13.3.5	<i>Cálculos geométricos.....</i>	60
3.13.4	<i>Diseño y construcción del volante que accionará el freno.....</i>	61
3.13.5	<i>Funcionamiento del volante de frenado.....</i>	62
3.13.6	<i>Diseño del conjunto de volantes.....</i>	62
3.14	Sistema de accionamiento del embrague.....	63
3.14.1	<i>Funcionamiento.....</i>	63
3.14.2	<i>Motor reductor de velocidad.....</i>	64
3.15	Diseño de las poleas.....	65
3.15.1	<i>Cálculo de las poleas para el mecanismo de aceleración, freno y embrague.....</i>	65
3.15.2	<i>Cálculo para la selección del cable de acero.....</i>	67
3.16	Diseño de la rueda transmisora de datos.....	70
3.17	Resumen de los elementos elegidos.....	71
3.18	Toma de mediciones.....	72
3.19	Parámetros importantes para la programación.....	72
3.20	Seguridad y funcionabilidad del sistema.....	73
3.21	Unidad de control electrónica.....	74
3.21.1	<i>Simulación y diseño del módulo.....</i>	75
3.22	La unidad de control electrónica aplicada en un protoboard.....	77
3.23	Programación.....	78

<b>4.</b>	<b>PRUEBAS Y RESULTADOS</b>	
4.1	Pruebas de funcionamiento del acelerador, freno y embrague.....	82
4.2	Resultados.....	84
<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO</b>	
5.1	Costos directos.....	85
5.1.1	<i>Costos de materiales y equipos.....</i>	85
5.1.2	<i>Costos de mano de obra.....</i>	86
5.1.3	<i>Costos de equipos.....</i>	86
5.1.4	<i>Costos de transporte.....</i>	87
5.2	Costos indirectos.....	87
5.3	Costos imprevistos.....	88
5.4	Utilidad.....	88
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1	Conclusiones.....	89
6.2	Recomendaciones.....	90

**BIBLIOGRAFÍA**  
**ANEXOS**

## LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Los valores de multiplicación.....	29
2	Colores de instalación.....	31
3	Ejemplos de algunos valores usados en un servomotor.....	37
4	Características técnicas de algunas marcas de servo. ....	38
5	Medición ángulo de giro de la mariposa.....	44
6	Mariposa totalmente abierta.....	44
7	Par necesario para mover los pedales. ....	47
8	Valores necesarios para la selección del alambre del resorte.....	58
9	Factores de confiabilidad vs límite de fatiga.....	60
10	Cálculos geométricos para el freno.....	60
11	Cálculos geométricos para el acelerador.....	60
12	Valores necesarios para la programación.....	72
13	Costos directos.....	85
14	Costos de elementos mecánicos del sistema.....	86
15	Costos de mano de obra.....	86
16	Costos de equipos.....	87
17	Costos de transporte.....	87
18	Costos de indirecto.....	87
19	Costos imprevistos.....	88



## LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Cable del acelerador.....	12
2	Sistema de freno.....	14
3	Sistema de freno mecánico. ....	16
4	Sistema de freno hidráulico.....	17
5	Ubicación del embrague.....	19
6	Embrague Hidráulico. ....	20
7	Embrague Mecánico. ....	20
8	Diagrama funcional del proyecto.....	21
9	Pedales del acelerador, freno y embrague.....	21
10	Sujeción del servomotor. ....	22
11	Diagrama interno del potenciómetro.....	23
12	Representación de tipos de potenciómetros.....	23
13	Gráfico de relación resistencia vs. ángulo de giro.....	24
14	Símbolos de resistencias variables.....	25
15	Potenciómetros lineales.....	26
16	Potenciómetro angular.....	27
17	Diagrama interno de potenciómetro angular.....	27
18	Comportamiento de potenciómetros lineales y logarítmicos.....	28
19	Avr.....	30
20	Conector Molex.....	31
21	Conector idc.....	32
22	Bornera.....	33
23	Utilización del cable plano flexible.....	34
24	Cable plano flexible.....	34
25	Servomotor.....	35
26	Estructura típica servomotor.....	36
27	Conexión externa del servomotor.....	37
28	Ancho de pulso.....	38
29	Ejemplos de posicionamiento de un servomotor.....	39
30	Periodos entre pulsos.....	40
31	Otra posibilidad de pulsos de control.....	40
32	Circuito de prueba del servomotor.....	41
33	Aplicaciones en robótica.....	42
34	Medición par necesario para mover el pedal del acelerador.....	45
35	Fotografía del ángulo de giro del pedal.....	46
36	Diseño tridimensional del mecanismo propuesto.....	48
37	Fotografía sistema de accionamiento del acelerador y freno.....	49
38	Diseño del volante central.....	49
39	Viga del volante.....	50
40	Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector.....	51
41	Deformación en el volante.....	51
42	Diseño final del volante.....	52
43	Construcción del volante de la dirección.....	52
44	Construcción de la platina y bujes.....	53
45	Diseño de instalación de la platina.....	53
46	Diseño del volante que accionará el acelerador.....	54
47	Dimensiones de los pernos guías.....	54
48	Construcción del volante de aceleración.....	55
49	Volante de aceleración instalado.....	55
50	Diseño de los resortes.....	57
51	Resortes a emplear en los pernos guías.....	57

52	Análisis de la fatiga del resorte.....	58
53	Diagrama de Goodman para corte.....	59
54	Diseño del volante que accionará el freno.....	61
55	Construcción del volante de frenado.....	61
56	Volante del freno instalado.....	62
57	Diseño del conjunto de volantes.....	62
58	Montaje final de los volantes.....	63
59	Mecanismo de accionamiento del embrague.....	64
60	Motor reductor.....	64
61	Diagrama sistemático de accionamiento del pedal.....	65
62	Esquema de cálculos del pedal.....	65
63	Diseño de las poleas.....	67
64	Cable de acero a utilizar.....	68
65	Polea a utilizar.....	69
66	Polea instalada en el servomotor.....	69
67	Diseño de la rueda transmisora de datos.....	70
68	Construcción de la rueda transmisora de datos.....	70
69	Ubicación de la rueda transmisora de datos en el volante de la dirección.....	71
70	Circuito de seguridad.....	74
71	Unidad de control.....	75
72	Simulación - Circuito activación servomotores.....	76
73	Diagrama de la placa de la uce en isis proteus.....	76
74	Diseño de la placa de la uce.....	77
75	Módulo aplicado en un protoboard.....	77
76	Módulo original.....	78
77	Accionamiento del acelerador.....	82
78	Accionamiento del embrague.....	83
79	Accionamiento del freno.....	83
80	Sistema completamente instalado.....	84
81	Vehículo adaptado.....	84

## SIMBOLOGÍA

L	Carrera	$cm^3$
D	Diámetro	cm
Y	Relación carrera a diámetro	Adimensional
Vm	Velocidad media del servomotor	$\frac{m}{seg}$
N	Número de revoluciones	Rpm
F	Fuerza sobre el cable de acero	Kg
Md	Par motor	Kgf.

## LISTA DE ABREVIACIONES

PWM	Modulación por Ancho de Pulso	
UCE	Unidad de Control Electrónico	
LIN	Potenciómetro Logarítmico Lineal	
A	Sección Transversal del Potenciómetro Empleado	
L	Longitud de la Resistencia Variable	
P	Resistividad del Potenciómetro	
X	Distancia Recorrida por el Sensor	
RP	Resistencia Promedio de la Resistencia Variable	
RI	Resistencia Interna Utilizada	
UF	Microfaradio	
AVR	Regulador de Voltaje Automático	
CPU	Unidad Central de Proceso	
PIC	Control de Interface del Periférico	
IDE	Integrado de Dispositivo Electrónico	
SCSI	Interface de Sistemas de Minicomputadoras	
PCI	Interconexión del Componente del Periférico	
AGP	Puerto de Gráficos de Aceleración	
IDC	Conector de Desplazamiento de Insulación	
IDT	Tecnología de Desplazamiento de Insulación	
PCB	Tabla del Circuito de Impresión	
FFC	Cable Plano Flexible	
FPC	Cable Plano del Panel	
MS	Tiempo en Milisegundos Aplicados en un Servomotor	
P	Perímetro de la Polea	
R	Radio de la Polea a Utilizarse	
$T$	Torque Necesario a Emplearse	
F	Fuerza para Calcular el Par Necesario del Mecanismo del Pedal	
CS	Coeficiente de Seguridad para la Selección del Servomotor	
R	Reacción Utilizada en los Puntos de Apoyo	
K	Constante Clásica de Elasticidad	
X	Deformación a la que está sometida el Resorte	
FI	Fuerza de Pretensión Asumida	
$\tau$	Esfuerzo Repetitivo Aplicado al Resorte	
SSE	Análisis Geométrico de Goodman para Corte	
SSY	Límite de Fluencia del Resorte	

KC	Confiabilidad del Resorte Escogido	
D	Diámetro Primitivo de la Polea	
W	Peso del Cable de Acero de Tracción	
M	Masa de la Polea de Aluminio a Diseñar	
A	Aceleración de la Polea a Emplear	
VO	Ecuación Cinemática de la Velocidad Inicial	
VF	Ecuación Cinemática de la Velocidad Final	
FI	Fuerza de Inercia para la Selección del Cable de Acero	
FT	Fuerza Total para la Selección del Cable de Acero	
H	Cantidad del Cable que va a Enrollar la Polea	
VM	Velocidad Media Empleada	

## LISTA DE ANEXOS

<b>A</b>	Elementos electrónicos y mecánicos utilizados en el diseño
<b>B</b>	Manual de usuario
<b>C</b>	Mantenimiento preventivo
<b>D</b>	Accesibilidad de las personas al medio físico
<b>E</b>	Cursograma de diseño

## RESUMEN

El diseño y adaptación de los sistemas de embrague, freno y acelerador de un vehículo para una persona con discapacidad en sus extremidades inferiores tiene como finalidad aplicar la tecnología para mejorar la calidad de vida a las personas con discapacidad, permitiendo que se trasladen en un vehículo de manera segura y confortable.

El estudio inicia con la recopilación de información, mediciones, cálculos y fuerza de los pedales del acelerador, freno y embrague. Con estos resultados, se seleccionaron los mecanismos para el funcionamiento de los sensores que miden la proporción de aceleración, frenado y embragado; los principales componentes y materiales adquiridos son: servomotores, AVR atmega8 y los volantes. En la instalación se procedió a accionar los eslabones por medio de servomotores a cada una de las poleas; la selección del servomotor depende de la fuerza para mover cada uno de los elementos fijos utilizando un dinamómetro de 10Kg de escala; además, una unidad de control electrónica programada en el software microcode se encarga de enviar la señal al actuador para su funcionamiento.

Las pruebas que garantizaron un funcionamiento efectivo de todo el sistema fueron las de arranque en frío, neutro; y, la prueba más importante fue la de carretera con una persona discapacitada quien se adaptó plenamente al sistema, permitiendo cumplir a satisfacción este objetivo.

Con esta adaptación electro-mecánica, se puede conducir un vehículo solamente con las manos sin utilizar los pies porque funciona a base de dos volantes de aceleración y frenado conjuntamente con un accionamiento lineal de embrague. Se recomienda ampliar investigaciones sobre este sistema con la finalidad de llegar a automatizarlo completamente para poder producir y comercializar este producto abriendo oportunidades para todas las personas que sufren de discapacidad de poderse trasladar a un bajo costo, en mejores condiciones tecnológicas; y, de manera independiente.

## **ABSTRACT**

A Didactic Bank of air brakes was built to the laboratory for the Automotive Engineering School, in order to contribute to the improvement of student's technical training.

The Didactic Bank of air brakes is a structure designed for the respective practices, the main elements are distributed in a visible and easy way of identifying, these are: single and double lung action, pedal valve, rele valve, quick exhaust valve, pressure regulating valve, stopping valve, vent valve, safety valve, pressure gauge, compressor and pipe lines, also it has two three phased electrical engines to move the brake drums by means of bands, simulating the rotation of the vehicle's electrical Didactic Bank has an emergency button that suspends power supply to the three phased engines.

The operating principle tire of the Didactic Bank begins when the compressor is driven comprising and storing air in the tank, then the electric motors can be turned on, the observe the braking test once the pedal valve is activated.

Practices can be carried out: pneumatic connection, lung exploded front and rear, cutting the roller assembly and brake control, this will allow the student to experience to improve professional training. Performing with the maintenance plan, it will prolong its life.



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

A través de la recopilación de datos del CONADIS en la ciudad de Riobamba existe un alto índice de personas con discapacidad en sus extremidades inferiores y con la gran necesidad de moverse y ser independientes en sus labores, es ahí donde se encontró un problema que en el Ecuador no existen vehículos que puedan ser conducidos por personas con estas discapacidades, éste es un tema de dignidad y de derechos.

Ante este hecho, surge la necesidad de adaptar el acelerador, freno y embrague cerca de la dirección para que puedan ser accionados con facilidad de forma manual, por una persona con discapacidad en sus extremidades inferiores sin riesgo para el conductor de perder el control del automóvil.

### 1.2 Justificación

Uno de los compromisos de la universidad ecuatoriana y en particular la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo es hacer labor social y es un aporte de la facultad y escuela hacer que se inserten estas personas a la sociedad y que el transporte sea accesible significa permitir y facilitar la participación de todos los ciudadanos en una vida activa y completa.

Aníbal Baturone en su libro de robótica y manipuladores, menciona que el desarrollo de dispositivos que faciliten la movilidad a personas con algún tipo de discapacidad se hace imprescindible si queremos hacer realidad la integración de aquellas con movilidad reducida (BATURONE, 2011 p. 10).

En nuestra ciudad y país no se disponen de vehículos con adaptaciones realizadas de forma técnica y los dispositivos que se diseñen deberían cumplir tres premisas: ser

Sencillos, cumplir la normativa vigente y tener un precio accesible a la mayoría, nuestro propósito es crear un sistema de fácil manejo que sea muy seguro.

Para la selección del vehículo se debe considerar los aspectos legales que reglamentan la circulación de vehículos en nuestro país.

Según el reglamento de la asamblea nacional, la comisión de legislación y codificación resuelve expedir: codificación-ley.

*Art.1.* La presente ley tiene por objeto la igualdad de oportunidades. Proceso de adecuaciones, ajustes y mejoras necesarias en el entorno jurídico, social, cultural de bienes y servicios, que faciliten a las personas con discapacidad una integración, convivencia y participación, con las mismas oportunidades y posibilidades que el resto de la población.

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1** *Objetivo general.* Lograr la inserción de las personas con discapacidad a la sociedad económicamente activa creando un vehículo ortopédico, que sea de fácil manejo y evitar de esa manera la importación.

**1.3.2** *Objetivos específicos:*

Diseñar y adaptar los sistemas de embrague, freno y acelerador de un vehículo Renault Logan para las personas con discapacidad en sus extremidades inferiores.

Realizar una adaptación económica que cubra las necesidades de una persona con discapacidad para desplazarse, utilizando mandos y pulsadores que permitirán controlar los pedales del acelerador, freno y embrague del vehículo.

Realizar siempre y tener en cuenta las pruebas de funcionamiento de los dispositivos electrónicos que se va a analizar, para así poder tener un conocimiento amplio y a profundidad del proyecto que se va a realizar para lo posterior no tener ningún inconveniente (Wikipedia, 2012).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Marco conceptual

Las personas con discapacidad se encuentran en una situación de desventaja frente a la población general ante la adquisición de su propio vehículo adaptado ya que el problema no consiste solamente en construir un sistema completo sino también en tratar de cumplir con los manifiestos y condiciones de seguridad vial y de protección del medio ambiente, que es el punto en el cual intervienen las autoridades de tránsito.

Es por eso necesario que este tipo de adaptaciones entreguen garantías suficientes para poder hacer seguro y confiable el manejo.

#### 2.2 Marco teórico

**2.2.1** *Discapacidad en la sociedad.* Carlos Liendro en su artículo de la discapacidad menciona que a veces estas personas tienen mucha dificultad para ciertas actividades consideradas por otras personas como totalmente normales, como viajar en transporte público, subir escaleras o incluso utilizar ciertos electrodomésticos.

Sin embargo, el mayor reto para los discapacitados ha sido convencer a la sociedad que no son una clase aparte, históricamente han sido compadecidos, ignorados, denigrados e incluso ocultados en instituciones.

Hasta la segunda mitad del siglo XX fue difícil que la sociedad reconociera que los discapacitados (aparte de su defecto físico) tenían las mismas capacidades, necesidades e intereses que el resto de la población; por ello seguía existiendo un trato discriminatorio en aspectos importantes de la vida. Había empresarios que se resistían a dar trabajo o promocionar a discapacitados, propietarios que se negaban a alquileres de sus casas y tribunales que a veces privaban a los discapacitados de derechos básicos como los de custodia de sus hijos, que hacían que estas personas se aislen en un medio común (LIENDRO, 2010 p. 3).

Conseguir que la sociedad realice cambios que les permitan participar con más facilidad en la vida empresarial y social (facilitar el acceso con sillas de ruedas al transporte público, a edificios y a espectáculos). Finalmente y, a la medida de lo posible, integrarse con la población capacitada.

Las leyes estatales aseguran que las personas con discapacidades tengan los mismos derechos humanos y civiles que los demás, esos derechos incluyen oportunidades iguales para trabajar y para recibir servicios públicos. También tiene derecho a recibir varios servicios y beneficios.

En las últimas décadas esta situación ha ido mejorando gracias a cambios en la legislación, a la actitud de la población y a la lucha de los discapacitados por sus derechos como ciudadanos e individuos productivos. En la actualidad el Vicepresidente de la República Lenin Moreno ha impulsado la misión solidaria Manuela Espejo, Joaquín Gallegos Lara y con ello ha dado un impulso importantísimo a las personas con discapacidad, esto nos ha inspirado para aportar con nuestros conocimientos para ayudar a los ciudadanos de nuestro país a salir adelante.

En varias ocasiones se ha demostrado que la discapacidad no es causa de la impotencia ya que aquellas personas que sufren algún tipo de discapacidad pueden desarrollar otra capacidad como se ha demostrado en los deportes que practican y en las varias ocupaciones que desempeñan, lo único que los hace en si discapacitados es el aislamiento al que la sociedad los somete, se debe saber que estas personas son capaces de lograr cosas que tal vez una persona en perfectas condiciones no lo lograría por no querer arriesgar y más aún por temor.

Este proyecto es uno de los tantos que se podría desarrollar para lograr la inserción de las personas, tratando de hacer de una manera mucho más fácil y económica que estas personas puedan desplazarse hacia su destino no en una silla de ruedas (lo que ya se ha comprobado que es bastante difícil) sino en su propio automóvil, el que de acuerdo a la necesidad y más aún la discapacidad que tenga la persona será adaptado.

Para este caso en particular se desarrolla un módulo para un automóvil de personas con impedimento para desplazarse debido a un daño en sus extremidades inferiores o lo que es lo mismo personas parapléjicas.

### **2.3 Transportación para las personas con discapacidad**

La transportación es uno de los mayores obstáculos que una persona con discapacidad debe vencer, este obstáculo es tan grande que los obliga a permanecer aislados y a expensas de una ayuda externa.

Varios países se han concientizado con respecto a lo que implica la reinserción de estas valiosas personas a la sociedad y es por esto que se encuentran desarrollando productos y mecanismos ortopédicos que ayuden a sobrellevar su impedimento y hacer que se acoplen y deambulen casi normalmente por cualquier lugar.

Es por esto que se ha visto la necesidad de crear un automóvil ortopédico que sea de fácil manejo y controles especializados, España y Argentina son uno de los países que se han empeñado en este tipo de automóviles, para que estas personas puedan disfrutar de la independencia de conducir un vehículo en forma segura, tal es el caso de la industria argentina "Flemi" la que luego de realizar excesivos estudios de la persona fabrica automóviles de acuerdo a su grado de discapacidad, esta empresa ha creado una escuela especial de conducción para personas con discapacidad, denominadas clínicas de manejo las que tienen como misión, brindar un servicio de excelencia en la evaluación, el entrenamiento y el asesoramiento en la selección del equipamiento adaptivo, para lograr que las personas con habilidades disminuidas puedan conducir, en nuestro país el organismo asesor es el conadis.

### **2.4 Reglas impuestas por el CONADIS**

En el registro oficial de la constitución o carta magna de la república del Ecuador constan algunas leyes del CONADIS (Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades), que es un organismo autónomo de carácter público, creado en agosto de 1992, a través de la ley 180 sobre discapacidades. Ejerce sus atribuciones a nivel nacional, dicta políticas, coordina acciones, ejecuta e impulsa investigaciones sobre el área de discapacidades.

La conformación de este organismo es democrática, en la que participan todas las entidades públicas y privadas vinculadas directamente con las discapacidades, inclusive siendo directores de esta institución personas con discapacidad. Las reglas impuestas por este organismo respecto a este tema van a ser detalladas.

**2.4.1** *Sobre quienes acceden a la importación de vehículos.* Según el reglamento del conadis las personas discapacitadas que están facultadas para importar un vehículo ortopédico son aquellas que presentan un 50% o más de discapacidad funcional que les impida un desplazamiento autónomo. Este 50% de discapacidad se refiere a afecciones o amputaciones de las extremidades inferiores.

**2.4.2** *Sobre el incumplimiento y mal uso del vehículo.* El CONADIS (Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades) está facultado para investigar el cumplimiento de las importaciones de las ayudas técnicas y en el caso de comprobarse incumplimiento denunciar el hecho a las autoridades competentes y disponer el pago de los gravámenes exonerados, debidamente reajustados, por parte del infractor.

**2.4.3** *Sobre la exoneración de impuestos de vehículos especiales.* En el artículo 22 sobre la exoneración de impuestos menciona que exonera del pago total de derechos arancelarios, impuestos adicionales e impuestos al valor agregado (Iva), como también el impuesto a consumos especiales con excepción de tasas portuarias y almacenaje a las importaciones de aparatos médicos, instrumentos musicales, implementos artísticos, herramientas especiales y otros implementos similares que realicen las personas con discapacidad para su uso, o las personas jurídicas encargadas de su protección.

*Art.23. Vehículos ortopédicos.* La importación de vehículos ortopédicos solo podrá ser autorizada por el consejo nacional de discapacidades y gozará de las exoneraciones a las que se refiere el artículo anterior únicamente cuando se destinen y vayan a ser conducidos por personas con discapacidad que no puedan emplear otra clase de vehículos.

El reglamento general de esta ley establecerá los requisitos para que se proceda a la exoneración. Solo podrán ser importados vehículos ortopédicos al amparo del art.22 de la ley sobre discapacidades cuando se destinen a personas discapacitadas de miembros inferiores, mayores de edad, que los puedan conducir personalmente, sin riesgo para él o ella ni para terceros.

Los vehículos ortopédicos usados por personas con discapacidad deberán llevar en un lugar visible el símbolo internacional de acceso con la leyenda "Vehículo ortopédico".

El distintivo o símbolo acreditará el derecho a franquicias de libre tránsito y estacionamiento en todo el territorio nacional, de acuerdo a lo que establezcan las ordenanzas y disposiciones de la dirección nacional de tránsito.”

**2.4.4** *Sobre la importación de estos vehículos.* En el artículo 88 de la importación de vehículos ortopédicos, menciona que este tipo de coches en lo que se refiere la ley sobre discapacidades, podrán ser importados y nacionalizados a consumo, cumpliendo con los requisitos pertinentes de la ley orgánica de aduanas y su reglamento”.

Los vehículos ortopédicos deberán reunir las condiciones técnico mecánicas de conducción que permitan superar las deficiencias funcionales de las personas con discapacidad de deambular.

El tipo de vehículo deberá ser determinado por el equipo de calificación de la discapacidad y se registrará en el certificado único de calificación la necesidad del vehículo y las características del mismo.

Para el establecimiento del derecho para la importación de bienes y vehículos se nombrará dos comisiones:

La comisión de estudio de la documentación, estará conformada por un médico, una trabajadora social nombrados por el director ejecutivo que calificarán la documentación que deberá establecer la validez y suficiencia de los documentos.

La comisión estará presidida por el director ejecutivo. En casos necesarios esta comisión estará autorizada para requerir mayor información o comprobar la misma, podrá solicitar información sobre la condición socio económico que garanticen que cuenta con los recursos para importar el vehículo, ampliación de la calificación de la discapacidad o su recalificación, como quedó establecido en este reglamento.

La comisión de autorización del directorio, estará conformada por el presidente del conadis, un médico designado por el representante del ministerio de salud en el directorio y un representante de las federaciones de personas que tengan discapacidad física.

Esta comisión conocerá el informe de la comisión de estudio y serán los que aprueben o no la autorización de exoneración correspondiente. Sus decisiones causan estado en vía administrativa y en consecuencia serán inapelables.

Es necesario saber también que el vehículo importado deberá ser una herramienta de trabajo o un medio de transporte indispensable, para el desarrollo de las actividades de la persona o personas con discapacidad.”

**2.4.5** *Sobre los requisitos para la autorización de importación.* El CONADIS extenderá la autorización para la importación de un vehículo ortopédico bajo los siguientes requisitos:

- Oficio al presidente del conadis solicitando permiso de importación.
- Certificado de calificación médica de la persona donde conste el grado de discapacidad, este deberá ser otorgado por la unidad calificadora del ministerio de salud pública; del iess (Instituto ecuatoriano de seguridad social), si es afiliado y del issfa si fuese miembro de las fuerzas armadas.
- Copia de la cédula de ciudadanía y licencia de manejo.
- Certificado de la dirección de tránsito de poseer o no vehículo.
- Documentos que prueben capacidad adquisitiva.
- Informe social de la unidad calificadora del conadis.

**2.4.6** *Sobre los costos de la adquisición realizada.* Según el artículo 90 menciona que dentro de los cuatro años siguientes a la fecha en que el o los bienes hayan sido nacionalizados a consumo, las personas que lo recibieren, no podrán solicitar nuevas autorizaciones de importación para bienes similares, salvo el caso de siniestro comprobado”.

*Art.91.* Condiciones para el precio del vehículo. Se fijará en 25.000 dólares o el equivalente en otras divisas ex-fábrica, el límite a ser exonerado de cada automóvil ortopédico que se importe al amparo de la ley sobre discapacidades y el presente reglamento.



El vehículo a importarse deberá ser del año, modelo, kilometraje y sobre todo debe estar en muy buenas condiciones de acuerdo con lo que establezca el comexi para el efecto.

**2.4.7** *Sobre el permiso para conducir.* Los automotores especiales adaptados para discapacitados tienen un permiso para ser manejados de clase f, cumpliendo con el reglamento de ley del artículo 56.

Dicha licencia se obtiene realizando la siguiente documentación:

- Ser mayor de edad
- Saber leer y escribir
- Tipo de sangre
- Record policial
- Original y copia de la cédula de ciudadanía
- Original y copia de la libreta militar o certificado militar
- Original y copia del certificado de votación
- Una fotocopia tamaño carnet
- Carnet conadis
- Examen médico que determine que la incapacidad física es subsanable mediante aditamentos o prótesis

Estos son los requisitos para la obtención de la licencia de manejo pero deberá también seguir el curso de manejo en este caso especial en aneta ya que deberá demostrar la habilidad para manejar este vehículo (Constitución de la República del Ecuador, 1998).

## **2.5 Adaptaciones de los vehículos para personas con discapacidad**

Este tipo de vehículos cuentan con adaptaciones tanto internas como externas para lograr equilibrar la capacidad para manejar de una persona con discapacidad como lo haría una de forma normal.

Esto implica en algunas ocasiones que la persona pueda acceder al vehículo de forma independiente, es decir movilizándose en su silla de ruedas hasta el automóvil y luego

Subir solo mediante rampas y controles que también se han desarrollado sobre todo en las instituciones públicas.

Hay varios tipos de adaptaciones para los vehículos entre los cuales se cita los siguientes:

**2.5.1** *Tipos de adaptaciones de los vehículos.* Arc adaptaciones de vehículos en un artículo menciona que en algunos vehículos existen diferentes tipos de adaptaciones entre las cuales vamos a mencionar:

- Embrague automático
- Alargamiento de pedales
- Freno de servicio manual
- Aceleradores
- Manual de doble palanca de puño
- Acelerador y freno manual de leva
- Electrónico de palanca derecha, izquierda, o doble palanca con programador de velocidad
- Electrónico de pomo al volante, con programador de velocidad
- Cambio de luces al pie
- Inversor de intermitentes
- Cazoleta u horquilla en palanca de cambios o volante
- Freno de estacionamiento a la mano izquierda
- Volantes electrónicos (ARC, 2012 págs. 1-2).

Todas estas adaptaciones dan completa funcionalidad al vehículo para ser utilizado por el discapacitado.

## **2.6 Funcionamiento mecánico del automóvil**

Es de suma importancia realizar un estudio del funcionamiento de los 3 ejes principales del funcionamiento del vehículo, como son el acelerador, freno y embrague, ya que de esta manera se lograrán entender las adaptaciones tanto eléctricas como mecánicas en las que se basa el módulo.

## **2.7 Acelerador**

Ceac manual del automóvil explica el funcionamiento del acelerador lo realiza los inyectores, que es el eje principal ya que este es el dispositivo que se encarga de la mezcla y emisión del aire con la gasolina hasta los cilindros, su principio de funcionamiento es la pulverización.

El inyector cuenta con dispositivos como el difusor, el surtidor y dispositivos adicionales para lograr la mezcla adecuada que requiere el motor.

Estos dispositivos permiten además mantener el nivel constante del combustible, regular la cantidad de la mezcla que ingresa al motor, cubrir la demanda de combustible en una aceleración brusca, proporcionar la mezcla adecuada cuando el motor se encuentra a baja velocidad y en el arranque.

El inyector posee una porción donde la gasolina y el aire son mezclados y otra porción donde la gasolina es almacenada (cámara del flotador). Estas porciones están divididas pero están conectadas por la tobera principal (CEAC, 2004).

**2.7.1 Mecanismo de accionamiento del acelerador.** El pedal del acelerador es uno de los elementos esenciales en un coche, su función es la de transmitir al motor el deseo del conductor de alcanzar una cierta velocidad y aplicar más o menos par en las ruedas motrices.

Se ha visto que hay diferentes tipos de aceleradores así como en diferentes posiciones. El sitio normal suele ser en el habitáculo del coche donde suele colocar las piernas el conductor, esto da una gran comodidad a la hora de manejarlo.

En algunos casos también nos podemos encontrar en coches especiales que el acelerador está ubicado en el volante, y es accionado mediante una palanca o un volante más pequeño que al ser presionado funciona como el pedal.

En estos casos el mecanismo siempre es el mismo; el pedal o la palanca tira de un cable que a su vez acciona la mariposa del carburador (motor de gasolina) o controla el caudal de combustible que debe entrar en los cilindros (motor diesel). Una vez que

Se suelta, el pedal retornará a su posición inicial gracias a la acción de unos muelles, de esta forma el motor no actuará y el vehículo ralentizará su marcha.

En cuanto a los diferentes tipos nos encontramos con los que están apoyados en el suelo y giran respecto a un eje situado por debajo del pedal apretando un muelle y están los que giran respecto a un eje situado por encima del pedal, en las siguientes figuras se comprenderá mejor la diferencia.

Figura 1. Cable del acelerador



Fuente: Autores

**2.7.2 Funcionamiento.** Un artículo de la productora electrónica picotech habla acerca de la mariposa y el acelerador convencional, cada posición del pedal corresponde con una única posición de la mariposa en un mismo sentido de tracción y empuje.

La relación entre el recorrido del pedal y el recorrido de la mariposa determinan el comportamiento del motor. Si se busca un motor que responda bien a bajas revoluciones, se debe conseguir que el recorrido del acelerador corresponda con pequeños recorridos de la mariposa, sobre todo en los primeros grados de apertura, lo que origina una respuesta del motor pobre cuando la mariposa está muy abierta, al producirse pequeñas variaciones en caudal de aire que entra al motor.

Un motor de carácter deportivo necesita recorridos más amplios de la mariposa cuando está muy abierta, empeorando la respuesta del motor a bajas revoluciones.

En el acelerador electrónico se pueden adaptar infinidad de posiciones de la mariposa teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento del motor. La centralita electrónica conoce en todo momento la posición del pedal del acelerador a través de la variación de la resistencia del potenciómetro.

Con este dato y las revoluciones del motor se establece el grado óptimo de apertura de la mariposa (PICOTECH, 2011).

A bajas revoluciones del motor, la mariposa se abrirá lentamente, mientras a altas revoluciones, la apertura se realizará más rápidamente.

Se consigue una buena respuesta del motor a cualquier régimen, impidiendo que aparezcan ahogos por un accionamiento muy rápido del acelerador.

En la fase de calentamiento del motor se produce una mayor apertura de la mariposa en función de la posición del pedal acelerador.

Durante esta fase se intenta empobrecer la mezcla todo lo posible y retrasar el encendido, reduciendo el tiempo de calentamiento del motor, y por tanto, del catalizador.

Para que el conductor no perciba la reducción de par que esto supone, la mariposa se abre más rápidamente mejorando la respuesta del motor. Además se consiguen reducir las emisiones contaminantes, sobre todo las de hidrocarburos.

Si se acciona rápidamente el acelerador cuando el motor está reteniendo, se producen tirones a causa de la variación tan repentina en el par suministrado y el motor rebota en sus anclajes elásticos. Esta situación tan molesta se evita retrasando la apertura del acelerador para que no se produzca de forma tan brusca. El par motor aparece más lentamente, impidiendo que el motor rebote en sus soportes.

## **2.8 Freno**

Podemos mencionar un conjunto de órganos que intervienen en el frenado y que tienen por función disminuir o anular progresivamente la velocidad de un vehículo, estabilizar esta velocidad o mantener el vehículo inmóvil si se encuentra detenido.

Todo dispositivo de frenado funciona por la aplicación de un esfuerzo ejercido a expensas de una fuente de energía. El dispositivo de frenado se compone de un mando, de una transmisión y del freno propiamente dicho (Wikipedia, 2011).

**Mando.** Es el órgano o mecanismo cuyo funcionamiento provoca la puesta en acción del dispositivo de frenado; suministra a la transmisión la energía necesaria para frenar o controlar esta energía.

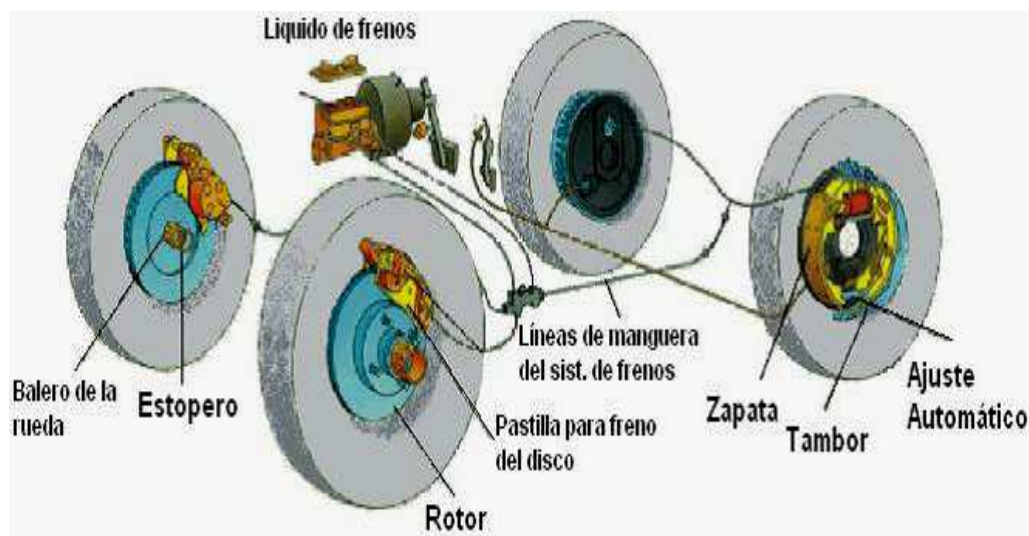
El mando puede ser accionado:

- Por el conductor; mediante el pedal o a mano
- Sin intervención directa del conductor
- Por inercia; acoplamiento entre remolque y el vehículo tractor
- Por gravedad; abatiendo la lanza de un remolque
- Por tracción; tensión de un cable entre un remolque y el vehículo tractor

**Transmisión.** Es la unión de los elementos comprendidos entre el mando y el freno, acoplándolos de una manera funcional. La transmisión puede ser mecánica, hidráulica, eléctrica o combinada.

**Conjunto de freno.** Es el órgano en el cual se desarrollan las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo.

Figura 2. Sistema de freno



Fuente: <http://frenostoluca.mex.tl/>

**2.8.1 Aspectos del frenado de servicio.** El frenado de servicio es un aspecto de frenado muy importante que permite el control del movimiento del vehículo y pararlo de manera segura, rápida y eficaz, cualesquiera que sean las condiciones de velocidad de carga y ascendente o descendente sobre la pendiente en que el vehículo se encuentre.

**2.8.1.1 Frenado de estacionamiento.** El frenado de estacionamiento debe permitir mantener un vehículo inmóvil sobre una pendiente ascendente o descendente, incluso en ausencia del conductor.

**2.8.1.2 Frenado de emergencia o socorro.** El frenado de emergencia debe parar el vehículo en todo momento dentro del límite de una distancia razonable, y principalmente en el caso de fallo del dispositivo de servicio.

La existencia de estos tres aspectos del frenado no implica que el vehículo deba estar provisto de tres dispositivos de frenado distinto.

En ciertas condiciones, el frenado de emergencia puede obtenerse ya sea por el dispositivo de frenado de servicio o por el dispositivo de frenado de estacionamiento.

**2.8.2 Clasificación de los sistemas de freno.** De acuerdo a la forma en que son accionados se clasifican en:

- Frenos mecánicos
- Frenos hidráulicos
- Frenos neumáticos
- Frenos eléctricos

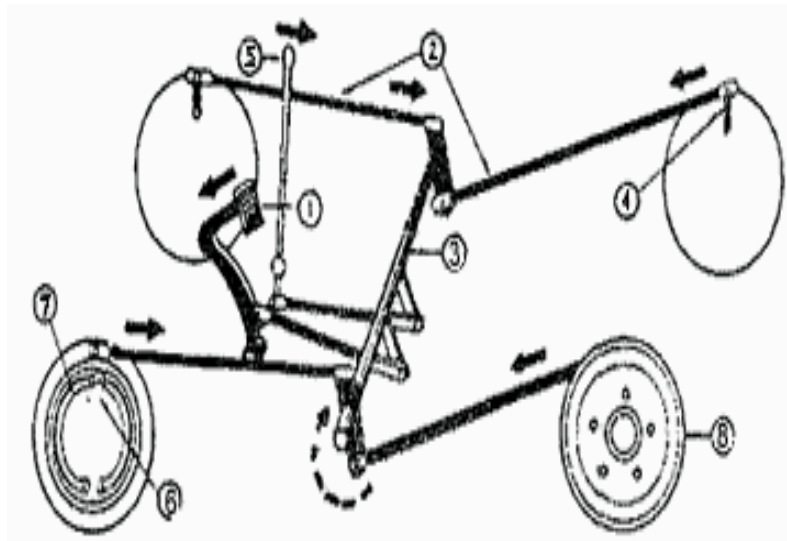
**2.8.2.1 Constitución y funcionamiento de los frenos mecánicos.** En el sistema de freno mecánico, la fuerza aplicada al pedal se transmite a los patines de freno de las diversas ruedas, por medio de varillas o cables (piolas), logrando de esta forma abrirlas y, mediante las balatas de éstas, trabar los tambores de las ruedas.

Antiguamente, el sistema de frenos mecánicos era el más utilizado, pero debido a que los vehículos actuales desarrollan velocidades mayores y principalmente la dificultad

De mantener una presión pareja de frenado en las ruedas, fue necesario reemplazarlos por frenos hidráulicos o frenos neumáticos.

En la actualidad hay diferentes tipos de aplicaciones para el sistema de freno del automóvil, ya que en países como Inglaterra, Francia y Alemania existen bancos de pruebas para analizar todos estos sistemas, tratando de simplificar pasos que son realizados manualmente.

Figura 3. Sistema de freno mecánico



Fuente: HANN Geins; y otros. Manual de la técnica del automóvil. p.57

Básicamente están constituidos por los siguientes elementos.

1. Pedal de freno
2. Varillas
3. Eje transversal
4. Palanca de levas
5. Palanca de freno de mano
6. Leva de accionamiento de patines de freno
7. Patines de freno
8. Tambor

**2.8.3 Constitución y funcionamiento de los frenos hidráulicos.** En el sistema de freno hidráulico, el desplazamiento de los patines de freno, para apoyarse contra los



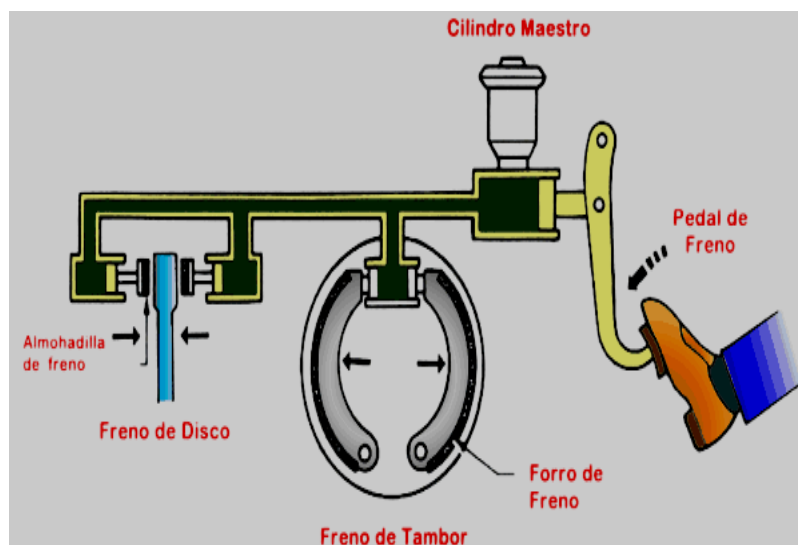
Tambores, se obtiene mediante la presión transmitida por una columna de líquido incompresible.

Al accionar el pedal de freno actúa la bomba de freno que envía líquido a presión por las cañerías de freno, hasta los cilindros de las ruedas; los pistones de cada cilindro son desplazados hacia fuera, presionando a los patines y balatas de frenado contra la superficie de trabajo del tambor de freno para así poder activar el líquido y levantar el cuerpo de pistones.

Al soltar el pedal de baja la presión del líquido; los resortes de retracción de los patines retirándose estas del tambor haciéndola volver a su posición inicial, regresando el líquido del cilindro hacia la bomba.

Con el objeto de reforzar la fuerza de frenado, los automóviles y vehículos más pesados traen incorporado al sistema de freno hidráulico un dispositivo de ayuda accionado por vacío que se le conoce como servofrenos.

Figura 4. Sistema de freno hidráulico



Fuente: [www.infomanejo.com/ABC-del-sistema-de-frenos.html](http://www.infomanejo.com/ABC-del-sistema-de-frenos.html)

**2.8.4 Frenos neumáticos.** En los dispositivos de frenado con transmisión neumática, la energía auxiliar, constituida por el aire comprimido, substituye a la energía muscular del conductor; en un dispositivo tal, la acción directa del conductor sobre los frenos no existe.

Los elementos constitutivos del sistema de freno neumático son:

1. Compresor
2. Filtro de aire
3. Filtro y regulador del aire
4. Estanque acumulador
5. Válvula accionada por pedal
6. Pulmones
7. Válvulas de purga
8. Conector de alimentación al carro

**2.8.5 Frenos eléctricos.** El freno de transmisión eléctrica no difiere del freno de tambor descrito más que por el método empleado para la aplicación de los patines contra el tambor y para dosificar esta aplicación.

El mando del dispositivo lo realiza por un controlador destinado a dosificar la intensidad de la corriente que circula en las bobinas del electroimán.

**2.8.6 Principio de inercia.** El principio de la inercia, una de las leyes fundamentales de la mecánica, se puede enunciar como sigue: todo cuerpo es incapaz de ponerse en movimiento por sí mismo o, estando en movimiento, de modificar la velocidad o la dirección de este movimiento sin intervención de una causa que llamaremos fuerza.

Una fuerza es toda acción susceptible de producir un movimiento o bien de modificarlo, y puede ser motriz o resistente.

En el vehículo automóvil, la fuerza motriz es producida por el motor o, por una pendiente descendente o por el empuje del aire o las fuerzas resistentes normales son debidas a la resistencia al rodamiento, o una pendiente ascendente, o la resistencia del aire y a la resistencia interna del vehículo, especialmente del motor.

**2.8.7 Acción y reacción.** Cualquier fuerza motriz o de resistencia únicamente puede tener acción sobre el movimiento del vehículo cuando se puede desarrollar una reacción al contacto de los neumáticos sobre el suelo; es decir, cuando el conjunto "neumáticos" y firme de la calzada puede ofrecer una adherencia suficiente. Sólo la resistencia del aire y la acción del viento son excepción de esta regla.

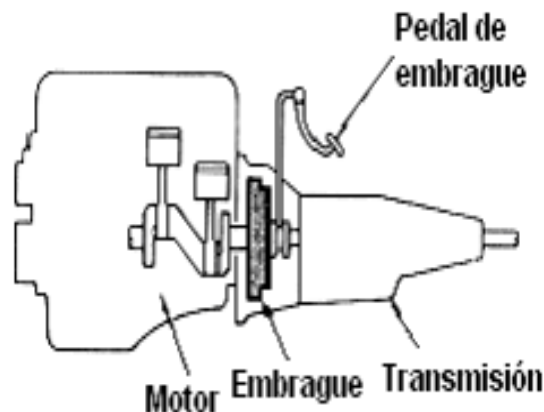
## 2.9 Embrague

En un artículo del libro taller automotriz del automóvil n° 1 menciona que el embrague es el mecanismo que interconecta el motor con la caja de cambios y que permite obtener un reparto progresivo del par o fuerza generada por el motor. Este mecanismo separa o une dos discos con el mismo sentido de giro. Cuando se pisa el pedal del embrague, lo que se consigue es separar los discos, que giran así independientes para que la fuerza del motor no se transmita a las ruedas y permitir cambiar de marcha fácilmente. El accionamiento del pedal del embrague suele ser por cable o sistema hidráulico.

Existen automóviles que carecen de pedal de embrague, en este caso, un procesador electrónico, por medio de unos sensores, actúa sobre un motor eléctrico que supe las funciones del pedal.

Por supuesto, el procesador no permite engranar una marcha inferior si el motor está alto de revoluciones y viceversa, hace patinar el embrague si el motor gira a pocas revoluciones para evitar que se detenga (Wikipedia, 2011).

Figura 5. Ubicación del embrague



Fuente: SANZ Ángel, Tecnología de la automoción. p.17

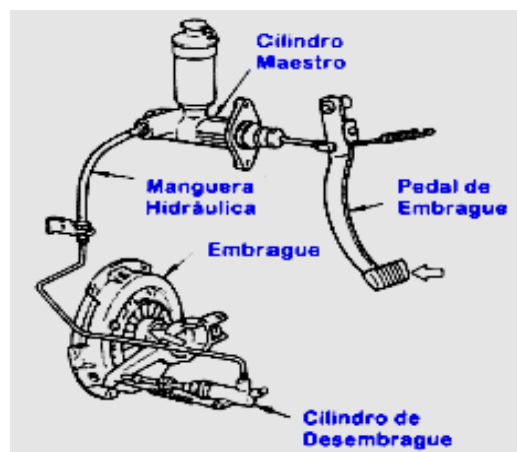
**2.9.1 Mecanismo de transmisión del embrague.** El embrague al igual que el sistema de freno hidráulico, basa su funcionamiento en la fuerza que genera el pie al presionar el pedal. El embrague transmite la potencia del motor a la transmisión manual mediante su acoplamiento o desacoplamiento.

También hace la salida más suave, hace posible detener el vehículo sin parar el motor y facilita las operaciones del mismo. Un embrague al igual que el freno puede ser de dos tipos, hidráulico y mecánico.

**2.9.2 Embrague hidráulico.** Ceac manual del automóvil en su capítulo sobre el embrague hidráulico comenta que los movimientos del pedal del embrague son transmitidos al mismo por presión hidráulica.

Una varilla de empuje conectada al pedal de embrague, genera presión en el cilindro maestro cuando el pedal es presionado y esa presión desconecta el embrague (CEAC, 2002 p. 37).

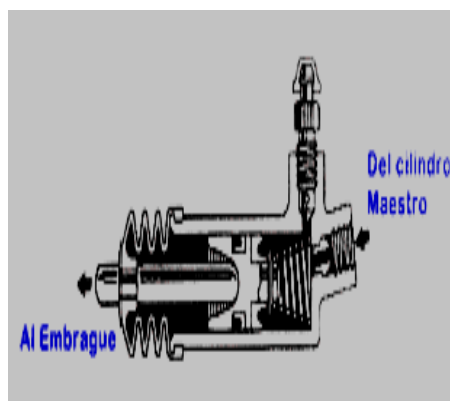
Figura 6. Embrague hidráulico



Fuente: <http://8000vueltas.com/sistema-de-embrague>

**2.9.3 Embrague mecánico.** Los movimientos del pedal del embrague son transmitidos al embrague usando un cable, al igual que el freno mecánico o de estacionamiento.

Figura 7. Embrague mecánico



Fuente: [www.automotriz.net/técnica/conocimientos-basicos](http://www.automotriz.net/técnica/conocimientos-basicos) p.3

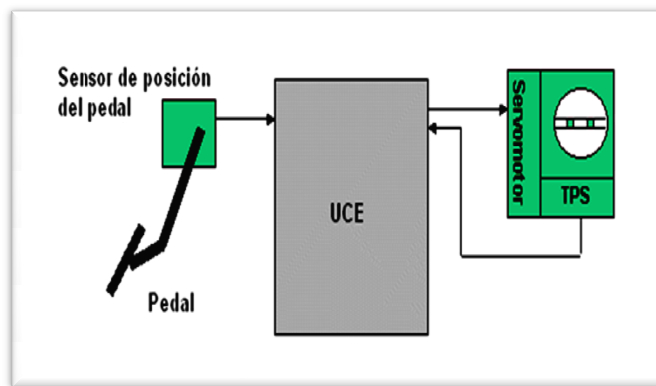
## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

#### 3.1 Detalle de los elementos principales del proyecto

En la Figura 8 se muestran los elementos principales del proyecto.

Figura 8. Diagrama funcional del proyecto



Fuente: Autores

#### 3.2 Pedales de accionamiento del acelerador, freno y embrague

Los pedales del acelerador, freno y embrague son los elementos principales del proyecto pues nos proporcionará las posiciones deseadas para la aceleración, frenado y embragado del vehículo y a partir de ese dato se realizará los cálculos respectivos. El pedal es un mecanismo de barra pivotante sobre un eje fijo.

Figura 9. Pedales del acelerador, freno y embrague



Fuente: Autores

### 3.3 Sistemas de accionamiento del acelerador y freno

Este sistema está ubicado bajo los pedales y consta del mecanismo de actuación (servomotor) y la polea que al recibir la señal de la unidad de control electrónica accionará al pedal de acuerdo a la situación esto es acelerar o frenar.

Figura 10. Sujeción del servomotor



Fuente: Autores

### 3.4 Unidad de control electrónica

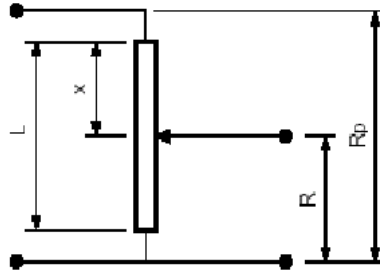
En el libro de técnicas del automóvil de J. Alonso menciona que el elemento de control de nuestro proyecto, es el encargado de recibir la señal de los pedales y compararlo con los parámetros de funcionamiento del motor. Al compararlo envía una señal para el elemento de actuación en los pedales de aceleración, freno y embrague. La unidad de control electrónica está formada por elementos electrónicos que detallaremos a continuación (ALONSO, 2002 p. 54).

**3.4.1 Potenciómetro.** Los potenciómetros que utilizamos son unas resistencias especiales que están formadas por una parte fija con la resistencia y una móvil en contacto con la misma que, al desplazarse, hace variar la resistencia entre las tomas.

Consiguen variar la resistencia que ofrecen en función de un mayor o menor giro manual de su parte móvil.

Suelen disponer de unos mandos giratorios que facilitan la operación, o bien unas muescas para introducir un destornillador adecuado.

Figura 11. Diagrama interno del potenciómetro



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/potenciometro>

Donde la resistencia en un momento determinado será:

(1)

Dónde:

$R$ = Resistencia a medir

$\alpha$ = Ángulo de giro

$A$ = Sección transversal

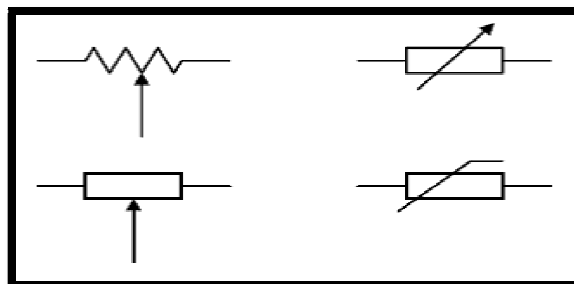
$L$ = Longitud

$\rho$ = Resistividad

$X$ = Distancia

$R_p$ = Resistencia promedio

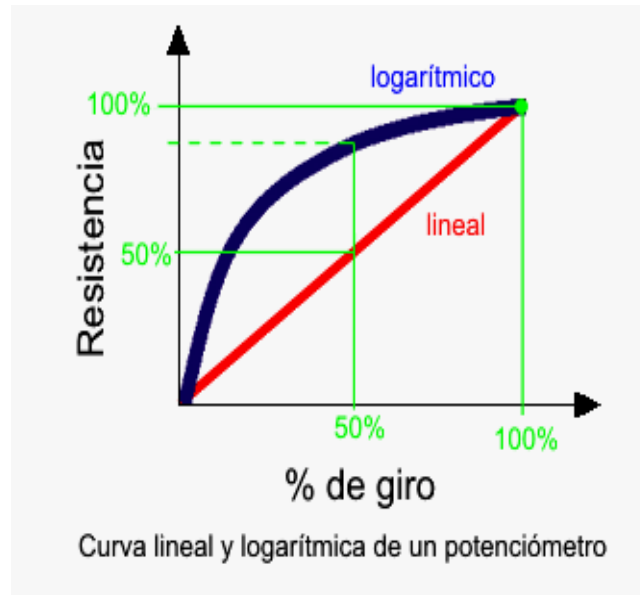
Figura 12. Representación de tipos de potenciómetros



Fuente: <http://lagranjatecnologia.blogspot.com/2012/12/pac-electrotecnia-circuitos-electricos.html>

Se describe en el gráfico la relación que existe entre la variación de la resistencia (ohmios) en función de la variación del ángulo de giro.

Figura 13. Gráfico de relación resistencia vs. ángulo de giro



Fuente: BOYLESTAD Robert, Electrónica y teoría de circuitos. p.27

El comportamiento descrito es ideal e implica aceptar algunas simplificaciones cuya validez no se puede garantizar en todos los casos. Para ello se asume que:

- La resistencia es uniforme a lo largo de todo el recorrido.
- El contacto del cursor proporciona una variación de resistencia continua (no a saltos) por tanto, la resolución es infinita.
- Si se alimenta el potenciómetro con una tensión alterna, su inductancia y capacidad deben ser despreciables.
- Para valores de rpm bajos, la inductancia no siempre es despreciable, sobre todo para potenciómetros bobinados.
- Para valores de rpm altos, la capacidad parásita puede tener importancia.
- La temperatura del potenciómetro es uniforme. Esta se debe tanto al medio que lo rodea como al propio auto calentamiento.
- El rozamiento del cursor y su inercia son despreciables.
- Estas características ideales, obviamente, no se consiguen plenamente en los potenciómetros comerciales.



No obstante, estas limitaciones son compensadas sobradamente por las ventajas de este dispositivo que, siendo simple y robusto, permite obtener buena exactitud en relación con su precio.

Las características reales son las siguientes:

- Resistencia no uniforme en toda la excursión del cursor.
- Resolución no infinita si son bobinados, saltos de hilo.
- Inductancias y capacidades no despreciables.
- Derivadas con la temperatura y auto calentamiento
- Falta de linealidad debido a la carga.
- Inercias, rozamientos y velocidad máxima
- Reducción de resolución debido a la resistencia de contacto (Wikipedia, 2011).

**3.4.2 Aplicaciones.** En nuestra investigación utilizamos algunos tipos de resistencias variables, llamadas potenciómetros, que usamos en nuestro circuito electrónico dado su pequeño tamaño.

Los símbolos que se usan para representar una resistencia variable son los siguientes:

Figura 14. Símbolos de resistencias variables



Fuente: <http://recursostic.educacion.es>

Los potenciómetros poseen un mando giratorio o deslizante para graduarlos desde el exterior. Ejemplos de potenciómetros son los mandos de volumen de radios y televisores y también los controles de brillo y color de los televisores. Al variar la posición del eje del potenciómetro varía la resistencia.

En nuestro proyecto utilizamos potenciómetros lineales que de acuerdo a como sean accionados controlará la velocidad de los servomotores y con ello el movimiento de los pedales de aceleración, freno y embrague.

**3.4.3 Potenciómetros de desplazamiento lineal.** Al utilizar estas resistencias llamadas también reglas potencio-métricas, nos damos cuenta que son pistas rectas y enteras de resistencia constante, formada por líneas de polímeros conductores.

Por encima de ellas, se mueve un cursor que da la medida en voltaje respecto a la tierra.

Figura 15. Potenciómetros lineales



Fuente: <http://es.wikimedia.org/wiki/potenciómetro>

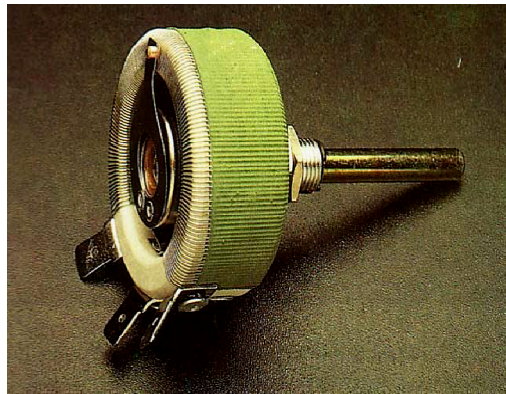
La utilización de un potenciómetro deslizante puede ser una buena opción, debido a la facilidad de montaje que conllevaría, se montaría en el volante de aceleración y frenado que va paralelo a la dirección del coche, de esta forma, al presionar el volante de aceleración o el volante del freno se variará la resistencia con ello se enviará una señal a la unidad de control electrónico y esta a su vez enviará la señal al actuador (servomotor) para accionar el respectivo pedal.

**3.4.3.1 Potenciómetros de desplazamiento angular.** Trabajan de la misma manera que los de desplazamiento rectilíneo, pero en este caso la pista es de forma circular permitiendo así la medición de variación de ángulos, en nuestro caso utilizamos este tipo de resistencia para hacer pruebas en el circuito de ensamblaje.

Nos podemos encontrar con potenciómetros de dos tipos, los de una vuelta, en los que la pista es un círculo en el mismo plano, y los de más de una vuelta, donde el círculo se convierte en una espiral que crece según el eje perpendicular de este círculo.

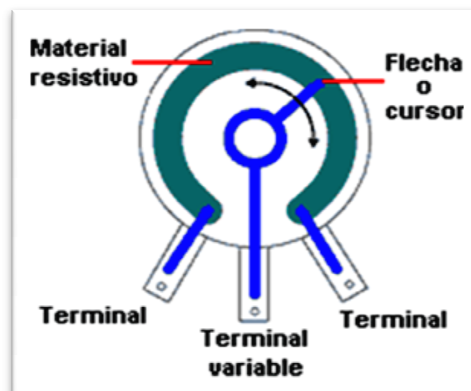
En ambos casos, el cursor se desliza por encima de la pista creando una relación de linealidad entre la resistencia total y la parte desplazada del cursor.

Figura 16. Potenciómetro angular



Fuente: GEORGE Eduard, Ingeniería electrónica básica. p.57

Figura 17. Diagrama interno de potenciómetro angular



Fuente: <http://senet-multimedia.wikispaces.com/Potenciometro>

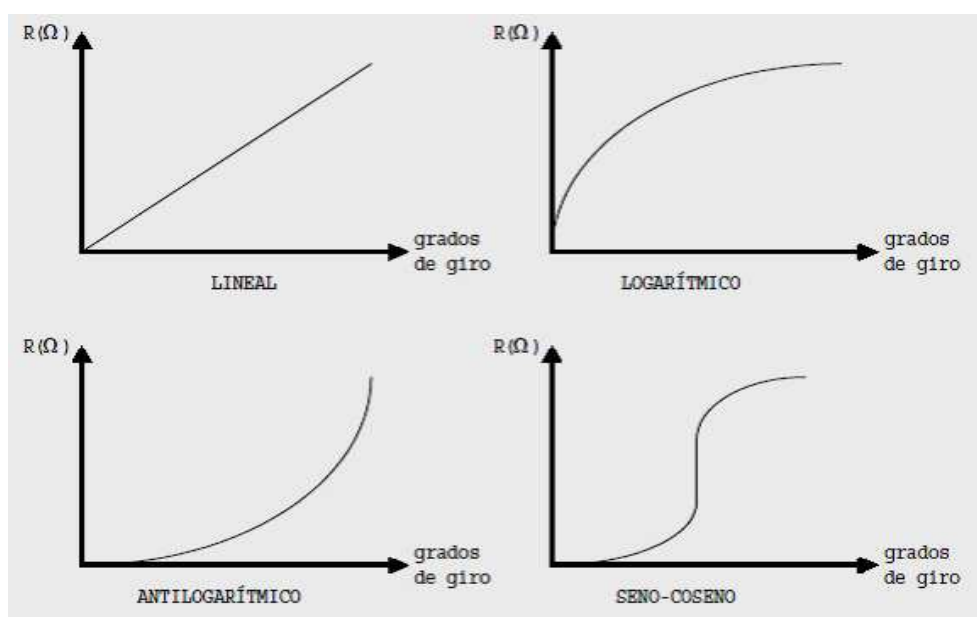
La resistencia nominal  $r_n$  suele variar entre  $1k\Omega$ . y  $100k\Omega$ . Sus tolerancias de fabricación están entre el 5% y el 20%. Su variación con la temperatura es mayor en pistas conductoras.

El error de linealidad está comprendido entre 0,01% y 1% de  $r_n$ , medido como la máxima desviación de la resistencia  $r(l)$ , respecto de su valor lineal.

**3.4.3.3 Potenciómetros logarítmicos.** Al principio responden con una progresión muy pequeña, y después, con unos pocos grados de giro, sus valores crecen rápidamente. Al realizar las pruebas con el osciloscopio automotriz nos pudimos dar cuenta el tipo de gráficas y el comportamiento de estas.

Otras formas de variación que observamos pero menos empleadas son las ondas anti logarítmicas y las de seno-coseno.

Figura 18. Comportamiento de potenciómetros lineales y logarítmicos



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/clasesdepotenciometros>

**3.4.3.4 Ventajas y desventajas.** Una de las ventajas de los potenciómetros de desplazamiento lineal que utilizamos es que no suelen necesitar amplificador puesto que son capaces de manejar tensiones relativamente grandes. Además, se pueden operar con tensiones de alterna o continua ampliando así sus aplicaciones. Sin embargo, el continuo roce produce desgastes, lo que puede hacer disminuir su vida útil y presentar ruido al estar desgastados. Esto provocaría un mal funcionamiento del acelerador electrónico, por lo que es recomendable reemplazar estos potenciómetros periódicamente.

## 3.5 Capacitores

La selección del capacitor fue muy importante en la construcción, ya que este dispositivo almacena cargas eléctricas. Éste está formado por dos conductores próximos uno a otro, separados por un aislante, de tal modo que puedan estar cargados con el mismo valor, pero con signos contrarios.

**3.5.1 Carga y descarga de un capacitor.** La carga y descarga del el capacitor constituye un componente pasivo que a diferencia de la batería, se carga de forma instantánea en cuanto la conectamos a una fuente de energía eléctrica, pero no la retiene por mucho tiempo. Es muy indispensable para utilizarlo como un plan de contingencia pequeño de almacenamiento de energía.

Su descarga se produce también de forma instantánea cuando se encuentra conectado en un circuito eléctrico o electrónico energizado con corriente.

En resumen, la función de un capacitor es almacenar cargas eléctricas de forma instantánea y liberarla de la misma forma en el preciso momento que se requiera.

La mayoría de los capacitores que superan el valor de 1 uf poseen impreso su valor como por ejemplo 1uf, 22uf, 100uf, etc., por lo que no tendremos inconvenientes a la hora de controlar su valor.

De las tres cifras, las dos primeras son las que se consideran más significativas, siendo la tercera el multiplicador.

Tabla 1. Los valores de multiplicación

<b>Tercer dígito</b>	<b>Multiplicador</b>
0	1
1	10
2	100
3	1,000
4	10,000
5	100,000
6 no se usa	
7 no se usa	
8	.01
9	.1

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/capacitores>

### **3.6 AVR**

El AVR utilizado es un dispositivo moderno, en sí es un CPU de arquitectura hardware que tiene 32 registros de 8 bits. Algunas instrucciones sólo operan en un subconjunto de estos registros. La concatenación de los 32 registros, los registros de entrada/salida y la memoria de datos conforman un espacio de direcciones unificado, al cual se accede a través de operaciones de carga y almacenamiento. A diferencia de los microcontroladores pic, el stock se ubica en este espacio de memoria unificado, y no está limitado a un tamaño fijo.

Figura 19. AVR



Fuente: [http://en.wikipedia.org/wiki/Atmel\\_AVR](http://en.wikipedia.org/wiki/Atmel_AVR)

El AVR fue diseñado desde un comienzo para la ejecución eficiente de código compilado.

Como este lenguaje utiliza punteros para el manejo de variables en memoria, los tres últimos pares de registros internos del procesador son usados como punteros de 16 bit al espacio de memoria externa.

Los microcontroladores avr tienen una cañería ('pipeline' en inglés) con dos etapas (cargar y ejecutar), que les permite ejecutar la mayoría de las instrucciones en un ciclo de reloj, lo que los hace relativamente rápidos entre los microcontroladores de 8-bit.

El set de instrucciones de los avr es más regular que la de la mayoría de los microcontroladores de 8-bit (por ejemplo, los PIC). Sin embargo, no es completamente ortogonal.

**3.6.1 AVR atmega 8.** En nuestro proyecto utilizaremos el Avr atmega8 para ilustrar todo el proceso, que es exactamente el mismo para los demás micro-controladores.

Primero cabe resaltar algunas de las ventajas principales que encontramos al utilizar esta clase de micro-controladores, entre las que se encuentran:

- El software para la programación es totalmente gratuito y se puede descargar desde la página principal de atmel.
- Se pueden programar con tan solo un cable paralelo y 4 resistencias, sin gastar en programadores excesivamente costosos.
- Incluye un cristal interno programable, lo cual permite ahorrar en componentes y simplifica los montajes.

- Y la mejor ventaja que se tiene, es que puede simularse en proteus junto con muchos de los dispositivos que se utilizan comúnmente, permitiendo ajustar el diseño sin tener que estar reprogramando el micro una infinidad de veces.

### 3.7 Conector molex

Los conectores molex que utilizamos son similares a los conectores internos de una computadora de escritorio. Se utiliza en periféricos que necesiten más amperaje que el provisto por el cable de datos tales como:

- Discos duros (Ide, scsi y los sata1)
- Unidades de diskettes (3,5 y 5,25)
- Unidades ópticas (Cd, dvd y blu-ray)
- Placas de video (Geforce serie 5 y 6, placas pci y agp)
- Sistemas de refrigeración (aire y líquido)
- Circuitos de modding (Diodos luminosos, tubos de luz, etc.)

Los conductores eléctricos que salen de la fuente de alimentación hacia conectores molex tienen colores para distinguirlos:

Figura 20. Conector molex

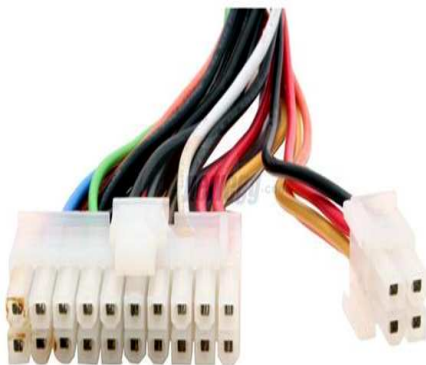


Tabla 2. Colores de instalación

Color	Función
Amarillo	+12 V
Negro	Tierra
Negro	Tierra
Rojo	+5 V

Fuente: [www.espanol.molex.com](http://www.espanol.molex.com) =conectormolex

Naturalmente, existen dos tipos de conectores molex, un conector macho y un conector hembra.

Los conectores macho se utilizan para bifurcar las salidas y dividir las en dos pero la mayoría de las veces están integradas a los PCB de los periféricos.

### 3.8 Conector IDC

En un artículo de la productora idc menciona sobre un conector por desplazamiento del aislante que es un conector eléctrico diseñado para ser conectado a un conductor (o conductores) de un cable aislado mediante un proceso de conexión selectivo a través de aislamiento por medio de una o varias cuchillas afiladas, evitando la necesidad de pelar la cubierta del cable antes de conectar. Cuando está bien hecho, la cuchilla del conector se suelda en frío al alambre, logrando una conexión hermética sumamente fiable. La tecnología idc moderna fue influenciada y desarrollada después de la investigación sobre wire-wrap y conexiones corrugadas, tecnología originalmente desarrollada por western electric, laboratorios Bell y otras empresas.

Figura 21. Conector idc



Fuente: COLECCIÓN 3m, División de productos eléctricos. p.3

Estas conexiones generalmente se ven en aplicaciones poco frecuentes como las redes de telecomunicaciones, redes de computadoras y en conexiones de señal entre las partes de un dispositivo electrónico o sistema informático (Wikipedia, 2013).

### 3.9 Bornera

Esta bornera es utilizada para las conexiones eléctricas, aplicable preferentemente en la distribución de energía de nuestro módulo eléctrico y que comprende un cuerpo aislante alargado que incluye una pluralidad de orificios para el acceso de conductores y una pluralidad de correspondientes tornillos de fijación de dichos conductores, que en nuestro proyecto utilizaremos.

Los tornillos son accesibles desde una cara superior de la bornera, y están dispuestos perpendicularmente respecto a la base de la bornera, y mientras que los orificios de acceso de los conductores están dispuestos en una porción superior de la bornera y



Definen cavidades tubulares cuyos respectivos ejes Longitudinales son oblicuos a los respectivos tornillos de fijación de conductores, el cuerpo aislante de la bornera presenta caras laterales opuestas que incluyen medios de acoplamiento con borneras adyacentes, definidos por acoples tipo cola de milano.

Dentro y a lo largo del cuerpo aislante de la bornera se extiende una barra conductora, en la cual se definen los alojamientos de conductores y las roscas de los tornillos de ajuste.

Figura 22. Bornera



Fuente: [www.phoenixcontact.com.ar/conexion-placas-circuito-impreso/224.html](http://www.phoenixcontact.com.ar/conexion-placas-circuito-impreso/224.html)

### 3.10 Cable plano flexible

En nuestro proyecto utilizaremos cable plano flexible, o cable FFC (del inglés flexible flat cable), para transmitir los datos desde una rueda giratoria transmisora de datos ubicada en la dirección, FFC se refiere a cualquier variedad de cable electrónico que sea tanto plano como flexible. Un cable plano flexible es un tipo de circuito impreso flexible. Sin embargo, el término FFC usualmente se refiere a un cable plano extremadamente delgado que a menudo se encuentran en dispositivos de alta densidad electrónica como computadoras portátiles y teléfonos celulares.

Figura 23. Utilización del cable plano flexible



Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Cable\\_plano\\_flexible](http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_plano_flexible)

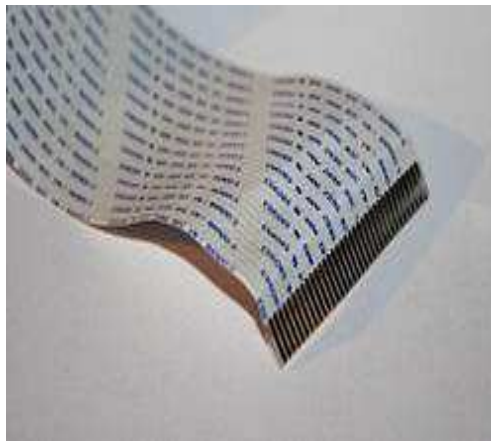
Se utiliza para conectar las pantallas planas, para este tipo de cable FFC también se utiliza el término cable FPC (del inglés flat panel cable).

Los cables FFC son una forma minimizada del cable cinta, que también es plano y flexible.

**3.10.1 Cable plano flexible de 35 conductores.** En nuestro proyecto utilizaremos el cable plano flexible de 35 conductores, este cable generalmente consiste en una película plana y flexible de plástico, con múltiples conductores metálicos unidos a una superficie.

A menudo, cada extremo del cable está reforzado con un tensor para facilitar la inserción o para aliviar la tensión.

Figura 24. Cable plano flexible



Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Cable\\_plano\\_flexible](http://es.wikipedia.org/wiki/Cable_plano_flexible)

### 3.11 Servomotor

Un artículo de la red comenta que un servomotor (también llamado servo) es un dispositivo similar a un motor de corriente continua, que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición. Está conformado por un motor, una caja reductora y un circuito de control.

Los servos se utilizan frecuentemente en sistemas de radio control y en robótica, pero su uso no está limitado a estos (Wikipedia, 2013).

Figura 25. Servomotor



Fuente: Autores

Es posible modificar un servomotor para obtener un motor de corriente continua que, si bien ya no tiene la capacidad de control del servo, conserva la fuerza, velocidad y baja inercia que caracteriza a estos dispositivos.

Un servo normal o standard tiene 3kg.cm. de torque que es bastante fuerte para su tamaño. Un servo, por consiguiente, no consume mucha energía.

La corriente que requiere depende del tamaño del servo. Normalmente el fabricante indica cual es la corriente que consume. Eso no significa mucho si todos los servos van a estar moviéndose todo el tiempo. La corriente depende principalmente del par y puede exceder un amperio si el servo está enclavado a 6.5 V.

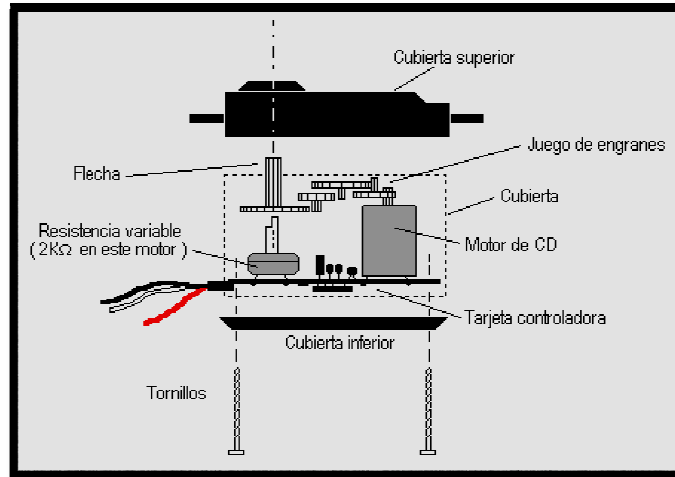
**3.11.2 Tipos de servomotores.** Para la selección del servomotor se escogieron 2 de corriente continua para el acelerador, freno y uno de corriente alterna para el embrague ya que encontramos algunos tipos de servomotores:

- Servomotores de corriente continua
- Servomotores de corriente alterna
- Servomotores de imanes permanentes o brushless.

En nuestro caso utilizaremos un servo de corriente continua, con un par = 40 Kgf.cm y 6 Voltios debido a que tenemos que vencer la resistencia de cada uno de los pedales, para hacer más suave y preciso el accionamiento de los pedales de aceleración, frenado y embrague.

**3.11.3 Partes de un servomotor.** Aquí tenemos un despiece de la estructura de un servomotor.

Figura 26. Estructura típica servomotor



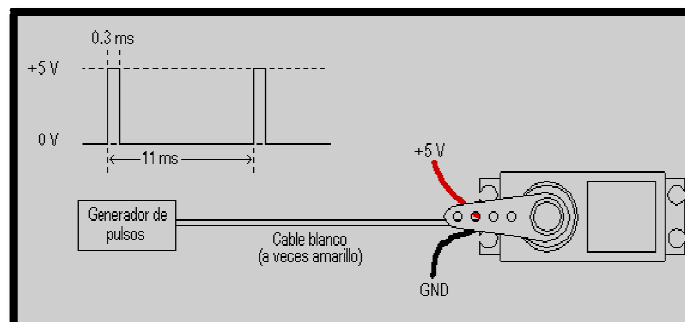
Fuente: [www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml](http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml)

**3.11.4 Conexión de un servomotor.** Los servomotores tienen 3 terminales:

- Terminal positivo: Recibe la alimentación del motor (4 a 8 voltios)
- Terminal negativo: Referencia tierra del motor (0 voltios)
- Entrada de señal: Recibe la señal de control del motor

El servo va conectado de acuerdo a los colores del cable y varían con cada fabricante: el cable del terminal positivo siempre es rojo; el del terminal negativo puede ser marrón o negro; y el del terminal de entrada de señal suele ser de color blanco, naranja o amarillo.

Figura 27. Conexión externa del servomotor



Fuente: [www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml](http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores.shtml)

**3.11.5 Características técnicas.** En un artículo de la productora gigahz menciona que dependiendo del modelo del servo, la tensión de alimentación puede estar comprendida entre los 4 y 8 voltios. El control de un servo se reduce a indicar su posición mediante una señal cuadrada de voltaje.

El ángulo de ubicación del motor depende de la duración del nivel alto de la señal. Cada servomotor, dependiendo de la marca y modelo utilizado, tiene sus propios márgenes de operación. Es sencillo notar que, para el caso del motor anteriormente mencionado, la duración del pulso alto para conseguir un ángulo de posición  $\theta$  estará dada por la fórmula (GIGAHZ, 2012).

$$t = t(ms) + \frac{\theta}{100} \quad (2)$$

$$t = 0.3 + \frac{\theta}{100}$$

Dónde:

T= Es el tiempo y está dada en milisegundos

$\theta$ = Es el ángulo de posición

Tabla 3. Ejemplos de algunos valores usados en un servomotor

Duración del nivel alto t [ms]	Ángulo [grados]
0,3	0
1,2	90
2,1	180
0,75	45

Fuente: <http://www.gigahz.org/> &hservomotor

Para bloquear el servomotor en una posición, es necesario enviarle continuamente una señal con la posición deseada. De esta forma el servo conservará su posición y se resistirá a fuerzas externas que intenten cambiarlo de posición.

Si los pulsos no se envían, el servomotor queda liberado, y cualquier fuerza externa puede cambiarlo de posición fácilmente.

Tabla 4. Características técnicas de algunas marcas de servo

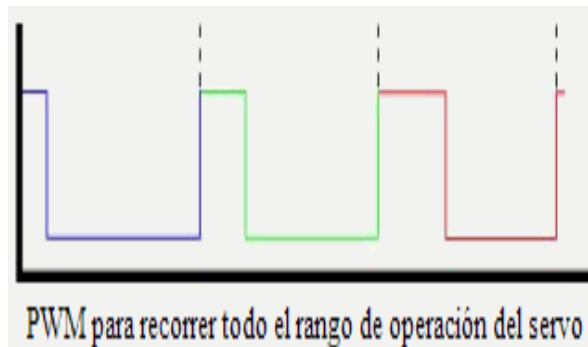
Fabricante	Duración del pulso [ms]			Frec. [Hz]	Color de los cables		
	Mínima (0°)	Neutral (90°)	Máxima (180°)		Positivo	Negativo	Control
Futaba	0.9	1.5	2.1	50	Rojo	Negro	Blanco
Hitech	0.9	1.5	2.1	50	Rojo	Negro	Amarillo
Graupner/Jr	0.8	1.5	2.2	50	Rojo	Marrón	Naranja
Multiplex	1.05	1.6	2.15	40	Rojo	Negro	Amarillo
Robbe	0.65	1.3	1.95	50	Rojo	Negro	Blanco
Simprop	1.2	1.7	2.2	50	Rojo	Azul	Negro

Fuente: [www.ecured.cu/index.php/Servomotor](http://www.ecured.cu/index.php/Servomotor)

**3.11.6 Funcionamiento del servomotor.** La modulación por anchura de pulso, PWM (Pulse width modulation), es una de los sistemas más empleados para el control de servos que utilizamos en nuestra investigación.

Este sistema consiste en generar una onda cuadrada en la que se varía el tiempo que el pulso está a nivel alto, manteniendo el mismo período (normalmente), con el objetivo de modificar la posición del servo según se desee.

Figura 28. Ancho de pulso



Fuente: [www.ecured.cu/index.php/Servomotor](http://www.ecured.cu/index.php/Servomotor)

El sistema de control de un servo se limita a indicar en qué posición está situado. Esto se lleva a cabo mediante una serie de pulsos tal que la duración del pulso indica el ángulo de giro del motor.

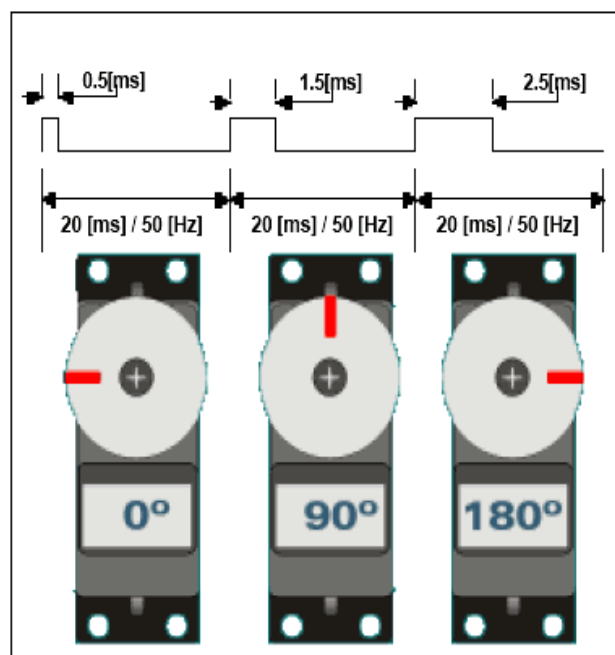
Cada servo tiene sus márgenes de operación, que se corresponden con el ancho del pulso máximo y mínimo que el servo entiende. Los valores más generales se corresponden con pulsos de entre 1 ms y 2 ms de anchura, que dejarían al motor en ambos extremos (0° y 180°).

El valor 1.5 ms indicaría la posición central o neutra ( $90^\circ$ ), mientras que otros valores del pulso lo dejan en posiciones intermedias. Estos valores suelen ser los recomendados, sin embargo, es posible emplear pulsos menores de 1 ms o mayores de 2 ms, pudiéndose conseguir ángulos mayores de  $180^\circ$

Si se sobrepasan los límites de movimiento del servo, éste comenzará a emitir un zumbido, indicando que se debe cambiar la longitud del pulso.

El factor limitante es el tope del potenciómetro y los límites mecánicos constructivos.

Figura 29. Ejemplos de posicionamiento de un servomotor



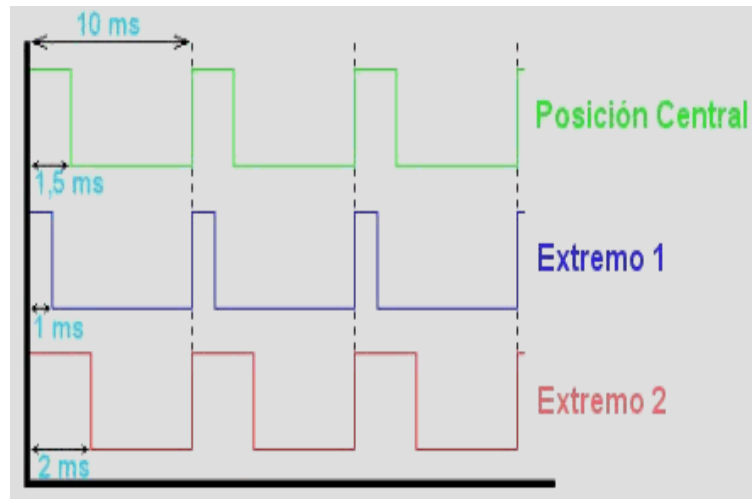
Fuente: [www.ecured.cu/index.php/Servomotor](http://www.ecured.cu/index.php/Servomotor)

El período entre pulso y pulso (tiempo de off) no es crítico, e incluso puede ser distinto entre uno y otro pulso.

Se suelen emplear valores (entre 10 ms y 30 ms). Si el intervalo entre pulso y pulso es inferior al mínimo, puede interferir con la temporización interna del servo, causando un zumbido, y la vibración del eje de salida. Si es mayor que el máximo, entonces el servo pasará a estado dormido entre pulsos.

Esto provoca que se mueva con intervalos pequeños de ondas cuadradas como si fuera un sensor de efecto hall.

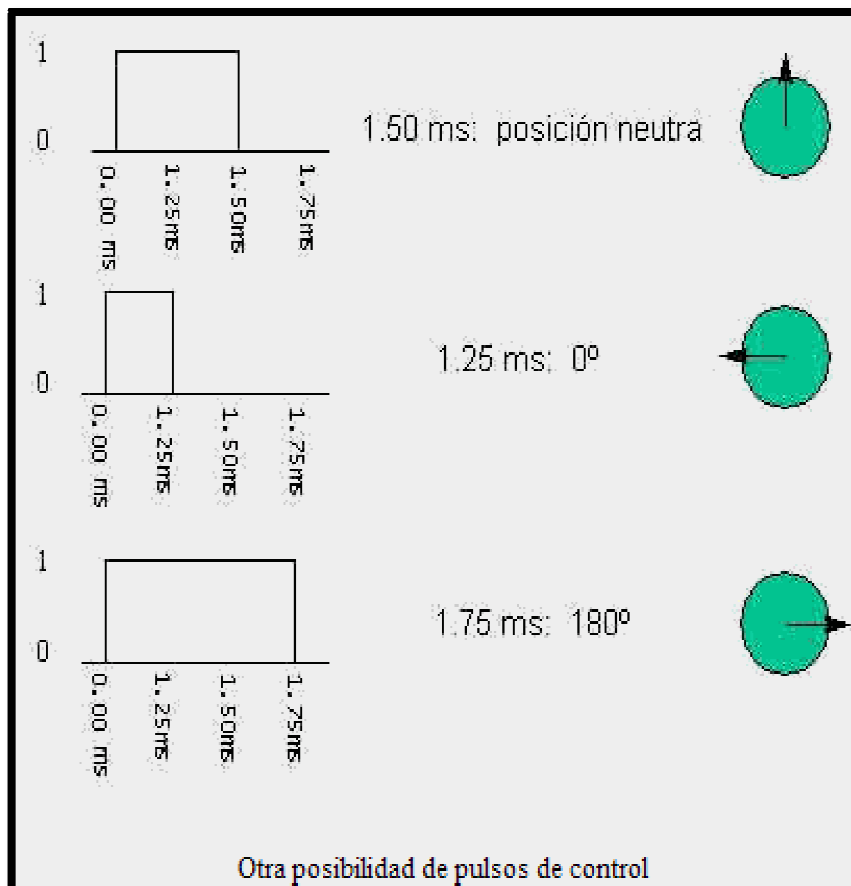
Figura 30. Períodos entre pulsos



Fuente: REYES Carlos. Microcontroladores pic basic. p.115

A continuación se puede observar la posición del eje de un servomotor según la anchura del pulso aplicada:

Figura 31. Otra posibilidad de pulsos de control

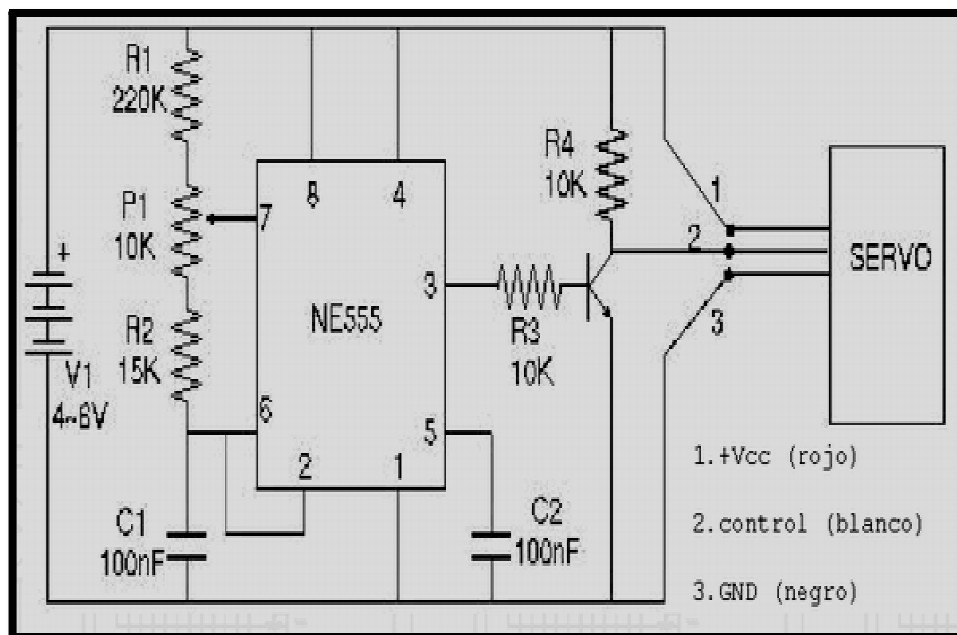


Fuente: <http://www.ecured.cu/index.php/Servomotor>



**3.11.7 Prueba del servomotor.** Para este tipo de prueba utilizamos un servomotor estándar de 3kgf.cm, para ello se utilizó y empleó un circuito oscilador, este es un circuito integrado 555, para conseguir así el correcto funcionamiento de esta emulación mediante partes o intervalos de prueba y que este apto para poder ser grabado en un microcontrolador o en un avr atmega.

Figura 32. Circuito de prueba del servomotor



Fuente: <http://www.ecured.cu/index.php/Servomotor>

**3.11.8 Modificación de los servomotores.** Es posible modificar un servomotor para eliminar su restricción de giro y permitirle dar giros completos. Esto, sin embargo, convierte al servo motor en un motor de corriente continua normal, pues es necesario eliminar el circuito de control y se pierde el giro progresivo del mismo causando no tener el control de pulsos adecuados.

Debido a que los engranajes reductores se conservan luego de la modificación, el motor obtenido mantiene la fuerza y velocidad que tenía el servo inicial ya que los dientes de los engranes son de metal resistentes a la corrosión y a la humedad atmosférica.

Además, poseen la ventaja de que tienen menos inercia que los motores de corriente continua comerciales, lo que los hace útiles para ciertas aplicaciones mencionadas a continuación.

**3.11.9 Aplicaciones.** En la práctica, usamos los servos para posicionar superficies de control como el movimiento de palancas, pequeños ascensores y timones. Ellos también se usan en radio control y por supuesto, en robots, en nuestro caso su función será la de hacer girar y dar movimiento a la polea para traccionar un cable de acero y con ello dar el movimiento deseado a los pedales de aceleración, frenado y embrague.

Figura 33. Aplicaciones en robótica



Fuente: [www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/servo-motores2.shtml)

**3.11.10 Ventajas del proyecto.** Algunas ventajas que presenta nuestro proyecto son las siguientes:

- Entre las ventajas que aporta el empleo de un servo están las siguientes: poco peso, alta potencia (par de fuerza), fiabilidad, fortaleza (los servos y su electrónica normalmente sobreviven a choques y funcionan en ambientes de alta temperatura, suciedad, humedad y vibraciones), simplicidad, versatilidad y bajo costo.
- En las tiendas de modelismo pueden encontrarse muchos tipos de servomotores de las casas Futaba, Multiplex, Sanwa, etc.
- Mucha atención en las tierras. La tierra del servo debe concordar con la tierra de la fuente y del sistema que envía las órdenes al servo.
- Si se usa cables demasiado largos para controlar los servos, es probable que exista ruido en los servos, esto ocurre porque mientras más largo es el cable resulta más vulnerable a ruido electromagnético e incluso es perturbado por

Señales de otros servos. Esto se soluciona utilizando cable blindado, solo se debe aterrizar el blindaje.

- Un servo en operación normal no se debe de calentar. Siempre que sea posible se debe utilizar fuentes de voltaje separadas para los servomotores y para electrónica digital. Los servomotores generan bastante ruido hacia su línea de alimentación. Los servos también envejecen con el uso.

### **3.12 Mediciones**

Antes de proponer cualquier diseño e implementación se debe tomar en cuenta las siguientes magnitudes esenciales de los pedales de acelerador, freno y embrague:

**3.12.1** *Medición para los sistemas de aceleración, freno y embrague.* Para estas mediciones vamos a tomar en cuenta los siguientes parámetros.

- Ángulo de giro de la mariposa de aceleración.
- Par necesario para el accionamiento del pedal del acelerador, freno y embrague.

Este último, nos será de gran utilidad a la hora de diseñar cualquier mecanismo ya que nos servirá para seleccionar el actuador que tendrá que vencer la fuerza del resorte de la mariposa de aceleración y de igual manera vencer la resistencia que opone el mecanismo del freno y embrague.

**3.12.2** *Ángulo de giro de la mariposa de aceleración.* Es fundamental conocer el ángulo de giro de la mariposa de aceleración para que el mecanismo con el actuador no hagan esfuerzos innecesarios y se puedan quemar.

Este dato nos dará también la oportunidad de realizar la programación exacta para que gire exactamente el ángulo deseado por el actuador.

Para realizar esta medición se propuso un sistema de poleas a un potenciómetro que nos traducirá en ángulo girado por la mariposa en una variación de tensión y deduciremos en el giro correcto.

Primeramente realizamos una medición técnica y precisa ya que se dibujó la graduación de giro en el eje de la mariposa de aceleración que nos dio un valor aproximado de 78°. Necesitaremos tabular datos con la siguiente tabla:

Tabla 5. Medición ángulo de giro de la mariposa

<b>MEDICIÓN DEL ÁNGULO DE GIRO DE LA MARIPOSA DE ACELERACIÓN</b>		
<b>GRADO DE APERTURA</b>	<b>VOLTAJE (v)</b>	<b>ÁNGULO</b>
Potenciómetro y mariposa a 0	0.01	0
Mariposa abierta totalmente	x	?
Potenciómetro abierto al máximo	5	300

Fuente: Autores

Con la técnica del potenciómetro y la mariposa totalmente abierta leímos los siguientes valores de voltaje:

Tabla 6. Mariposa totalmente abierta

<b>MARIPOSA TOTALMENTE ABIERTA</b>						
<b>GRADO DE APERTURA</b>	<b>VOLTAJE (v)</b>					
	<b>Valor 1</b>	<b>Valor 2</b>	<b>Valor 3</b>	<b>Valor 4</b>	<b>Valor 5</b>	<b>PROM. (<math>\bar{V}</math>)</b>
Mariposa abierta totalmente	2,48	2,11	2,17	1,97	2,25	2,196

Fuente: Autores

Con el voltaje medio ( $\bar{V}$ ) se realizará una regla de tres simple:

$$Vm = 2 Vmax \tag{3}$$

5(V) ... .. 330°

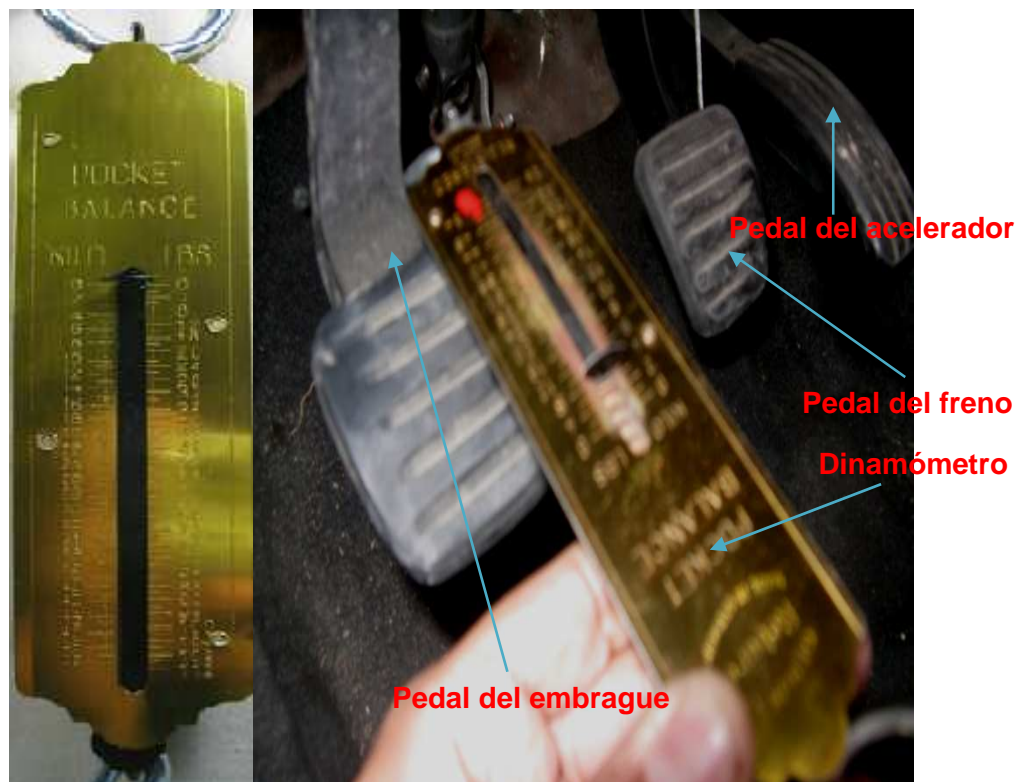
2.196(V) ... .. X

$$X = 144.94^\circ$$

**3.12.3** *Dinamómetro para medir el par necesario para el accionamiento de los pedales de aceleración, freno y embrague.* El dinamómetro nos permitió obtener valores de fuerza necesaria para acelerar el vehículo, comenzando desde cero hasta un valor máximo, teniendo siempre en cuenta el rango y la posición adecuada del dinamómetro.

Entonces procedimos a enganchar al pedal del acelerador, se pisó el mecanismo poco a poco y el dinamómetro marcaba hasta que el pedal llegase al tope, en ese instante se miraba el valor del dinamómetro y se apuntaba, estos valores fueron entre 8 y 9.5 kg

Figura 34. Medición par necesario para mover el pedal del acelerador

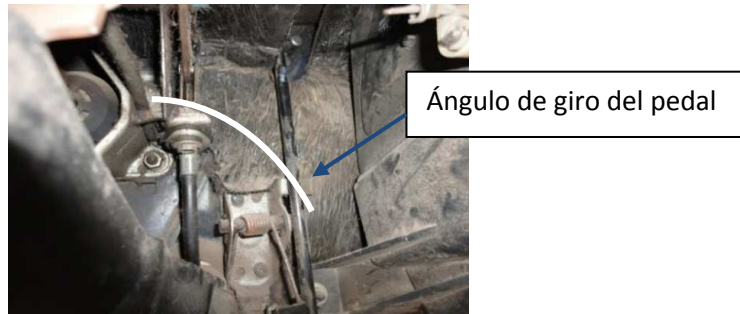


Fuente: Autores

**3.12.3.1** *Medición del ángulo de giro del pedal del acelerador, freno y embrague.* La correcta medición de la posición de los pedales del acelerador, freno y embrague es de vital importancia para la consecución de este proyecto, puesto que los datos que se reciban en la unidad de control electrónico provenientes de los sensores serán procesados para enviar una señal al actuador. Y esta tiene que ser lo más precisa posible para evitar problemas o mal funcionamiento y darse cuenta de la escala que se va a utilizar.

Debido a esto se manejarán diversas posibilidades para la medición de la posición del pedal, utilizando como sensor casi con total probabilidad un potenciómetro, pero se estudiarán mecanismos diferentes que serán los encargados de hacer girar al potenciómetro.

Figura 35. Fotografía del ángulo de giro del pedal



Fuente: Autores

Debemos conocer en todo momento y lo más exacto posible cuál es la posición del acelerador. Las pruebas con el dinamómetro arrojaron un valor de aproximadamente entre 8 y 9.5Kg y el perímetro de la polea sobre la que giraba era de aproximadamente 63.4mm, estos parámetros se realizó en el vehículo utilizado para la adaptación que es un Renault Logan del 2011.

$$P = 2\pi r \quad (4)$$

$$r = \frac{63.4 \text{ mm}}{2 \cdot \pi}$$

$$r = 10.09 \text{ mm}$$

Quedando que el par necesario es:

$$T = F \cdot r \quad (5)$$

$$T = 9.5 \text{ Kg} \times 1.009 \text{ cm}$$

$$T = 9.5855 \text{ kg cm}$$

Dónde:

P= Perímetro de la polea

R= Radio de la polea

T= Torsión utilizada para seleccionar el elemento

F= Fuerza aplicada al par de torsión

Esto es solo una medida aproximada, porque la precisión del dinamómetro no es muy buena, ya que es de 100kg de fondo de escala. Se realizaron pruebas con un dinamómetro de 10 kg de fondo de escala tomando de referencia el anterior ensayo de fuerza que era de 9.5kg y obtuvimos los siguientes datos:

Tabla 7. Par necesario para mover los pedales

<b>PAR NECESARIO PARA MOVER EL PEDAL DEL ACELERADOR, FRENO Y EMBRAGUE</b>						
	<b>FUERZA (kg)</b>					<b>Promedio</b>
	<b>Valor 1</b>	<b>Valor 2</b>	<b>Valor 3</b>	<b>Valor 4</b>	<b>Valor 5</b>	
Poco presionado acelerador	6,4	5,7	6,5	6,2	5,5	6,06
Totalmente presionado acelerador	9,5	9	8,7	9,2	9	9,1
Poco presionado freno	7,6	6,4	5,7	6,1	5,9	6,34
Totalmente presionado freno	9,3	8,9	9	9,6	9,4	9,24
Poco presionado embrague	8,5	7,9	7,2	8,1	8	7,9
Totalmente presionado embrague	9,7	9,4	8,9	9,3	9	9,26
Valor promedio a tomar en cuenta para el cálculo de la fuerza.						9.2

Fuente: Autores

Como podemos ver los valores con el dinamómetro de 10 kg son más exactos, esto se debe a que las pruebas se realizaron en tendencia descendente por lo que tomaremos el valor promedio de la fuerza aplicada.

$$T = F \times r \tag{6}$$

$$T = 9.2 \text{ kg} \times 1.4 \text{ cm}$$

$$T = 12,88 \text{ kg.cm}$$

Como comercialmente se encuentran servomotores de 40 kgf.cm nos inclinaremos por este servo o uno de mayor fuerza para más seguridad y para no sobrecargarle calcularemos un coeficiente de seguridad.

$$C_s = \frac{N}{T} \quad (7)$$

$$C_s = \frac{40Kgf.cm}{12,88Kg.cm}$$

$$C_s = 3.1$$

Dónde:

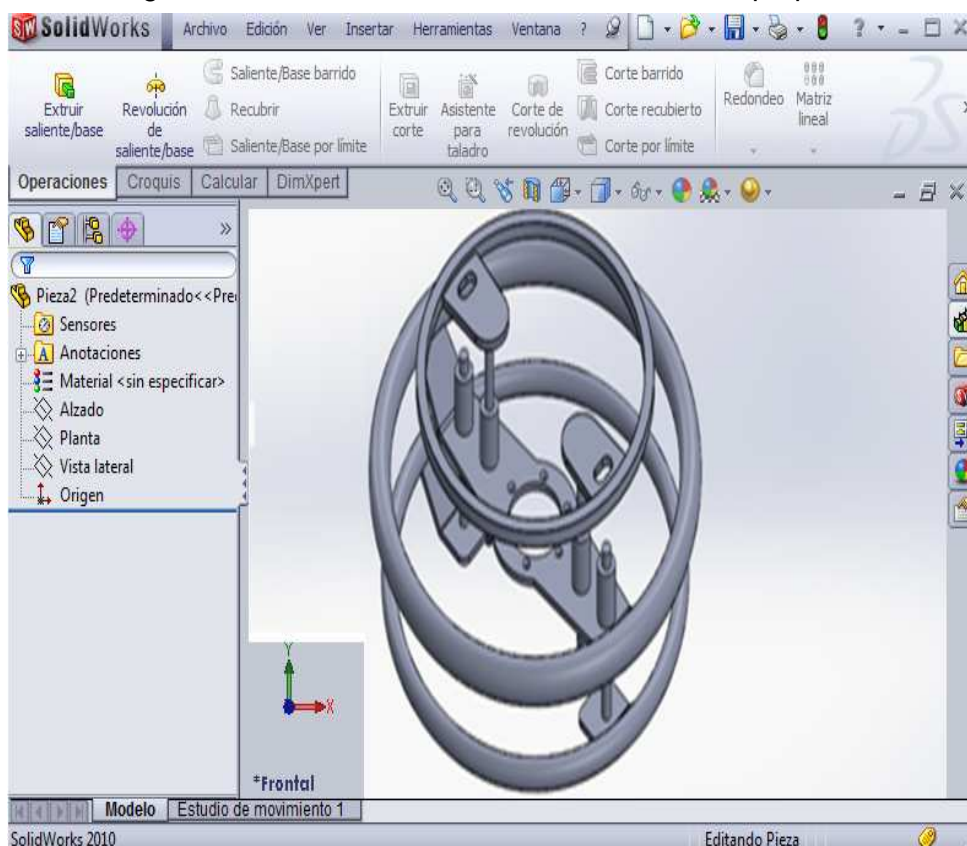
N= Torque del servomotor seleccionado en catálogos

T= Torsión utilizada para seleccionar el elemento

### 3.13 Diseño del mecanismo y soporte

El nuevo mecanismo de conexión entre los servos y el pedal del acelerador, freno y embrague constará de dos volantes de accionamiento, 2 pulsadores para el embrague 2 servos, 2 cables y un eje de transmisión que se unirá con el pedal del acelerador, freno y embrague respectivamente que será accionado por los volantes en la dirección del vehículo. Esta nueva opción de mecanismo se muestra en las figuras 36 y 37.

Figura 36. Diseño tridimensional del mecanismo propuesto



Fuente: Autores



Figura 37. Fotografía sistema de accionamiento del acelerador y freno

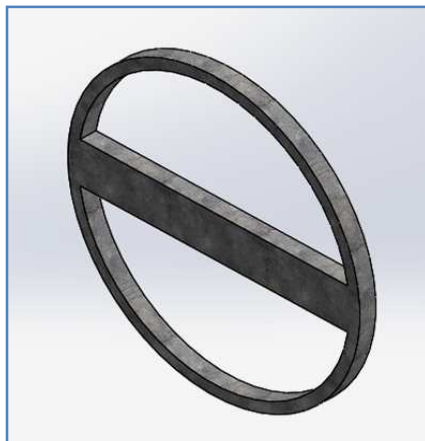


Fuente: Autores

**3.13.1 Construcción del volante central de la dirección.** Este diseño está justificado por la necesidad de saber la sección transversal necesaria que resista la acción de la fuerza de empuje del conductor hacia el volante principal sin que sufra deformaciones excesivas.

Se analizará la zona central del volante como una viga rígida apoyada en dos puntos gobernada por el efecto de flexión.

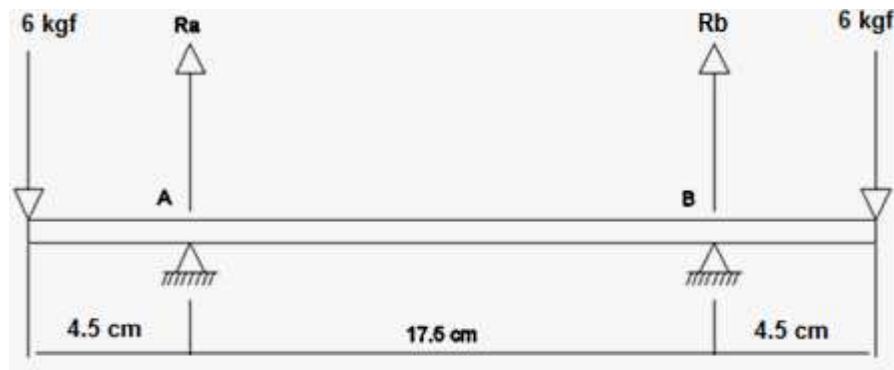
Figura 38. Diseño del volante central



Fuente: Autores

Para poder adaptar los 2 volantes adicionales retiramos del vehículo el volante de la dirección convencional y construimos un volante nuevo con las mismas dimensiones como son el diámetro externo y diámetro del tubo, le incorporamos una placa de acero central intermedia la cual soportará a los bocines guías para los 2 volantes adicionales.

Figura 39. Viga del volante



Fuente: Autores

Cálculos: Reacciones en los apoyos de equilibrio y momento máximo.

$$\sum M_a = 0 \quad (8)$$

$$d_1 = 4.5 \text{ cm} \quad d_2 = 17.5 \text{ cm} \quad d_3 = 4.5 \text{ cm}$$

$$6(4.5) + R_b(17.5) - 6(22) = 0$$

$$R_b = \frac{6(22) - 6(4.5)}{17.5}$$

$$R_b = 6 \text{ kgf.}$$

$$\sum F_y = 0 \quad (9)$$

$$\uparrow -12 + R_a + R_b = 0$$

$$R_a = -R_b + 12$$

$$R_a = 6 \text{ kgf.}$$

$$Max = R_a * d_3 \quad (10)$$

$$Max = 6 * 4.5 = 27 \text{ kgf.cm} = 2.7 \text{ Nm (Válido para el diseño)}$$

Dónde:

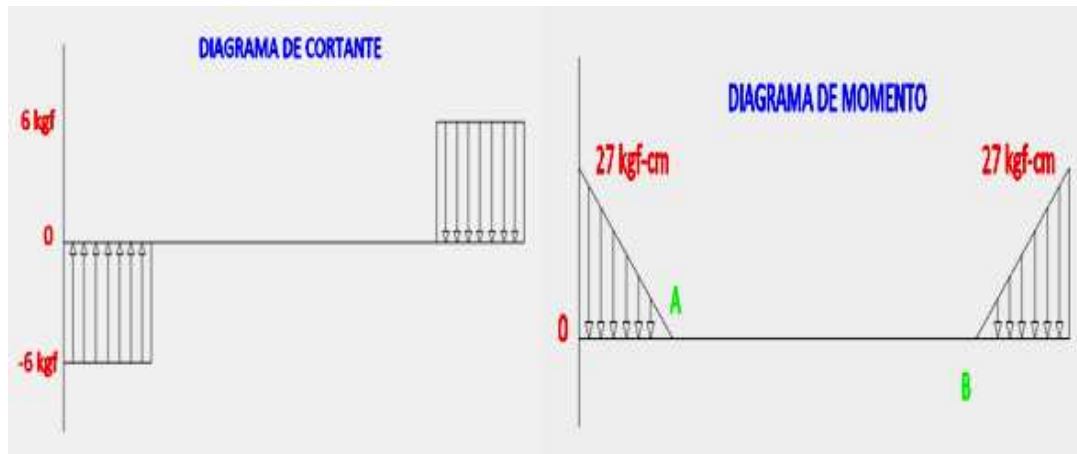
Rb= Reacción en el punto b

Ra= Reacción en el punto a

Max= Momento máximo en la viga

D= Distancia

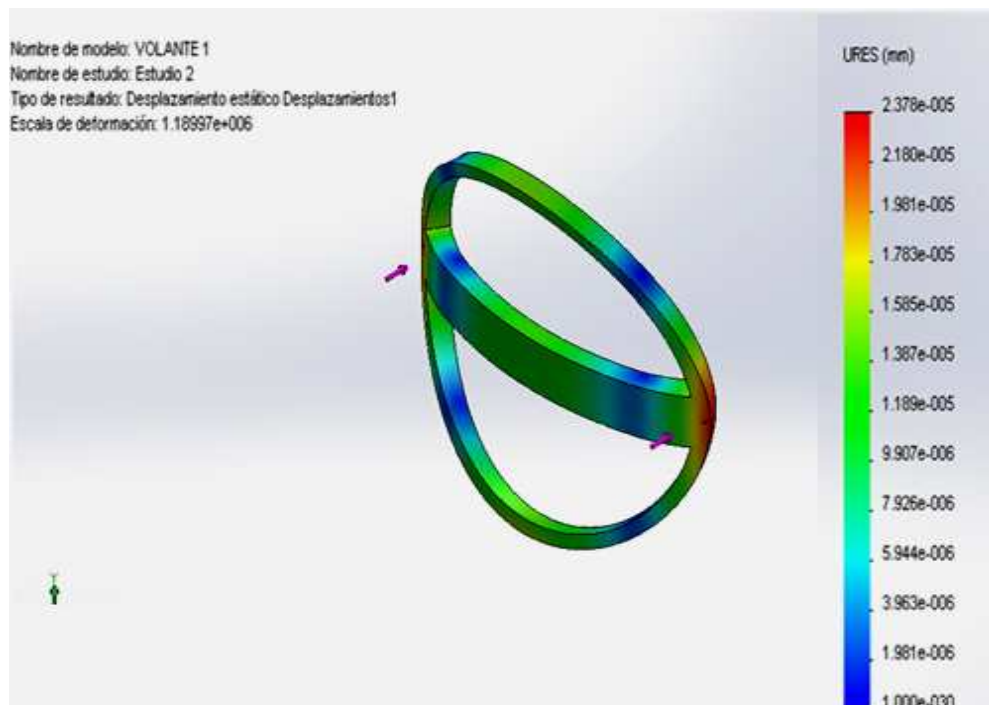
Figura 40. Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector



Fuente: Autores

Con estos cálculos podemos decir que es factible el diseño del volante porque la deformación existente es mínima. Este diseño asistido por computador revela la deformación que existe, es en el orden de centésimas de milímetro. Corroborando que el diseño es sustentable y puede realizárselo sin ningún problema.

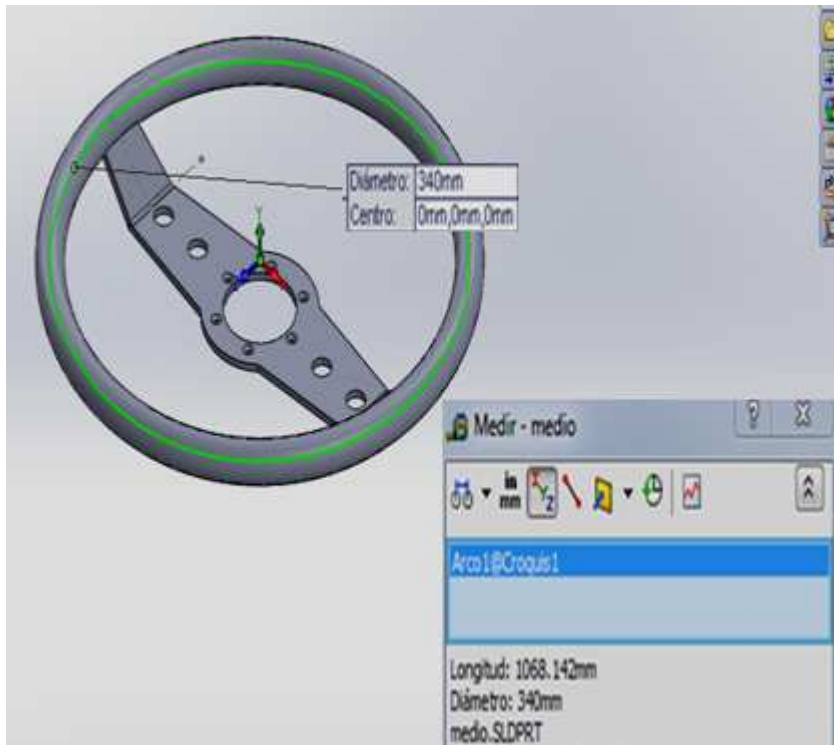
Figura 41. Deformación en el volante



Fuente: Autores

Nos damos cuenta que el desplazamiento máximo está en el orden de las micras.

Figura 42. Diseño final del volante



Fuente: Autores

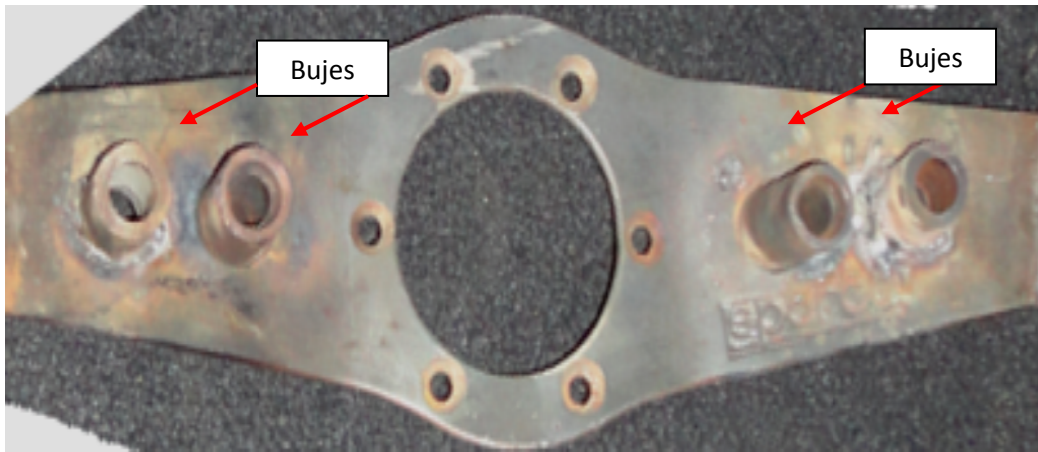
Figura 43. Construcción del volante de la dirección



Fuente: Autores

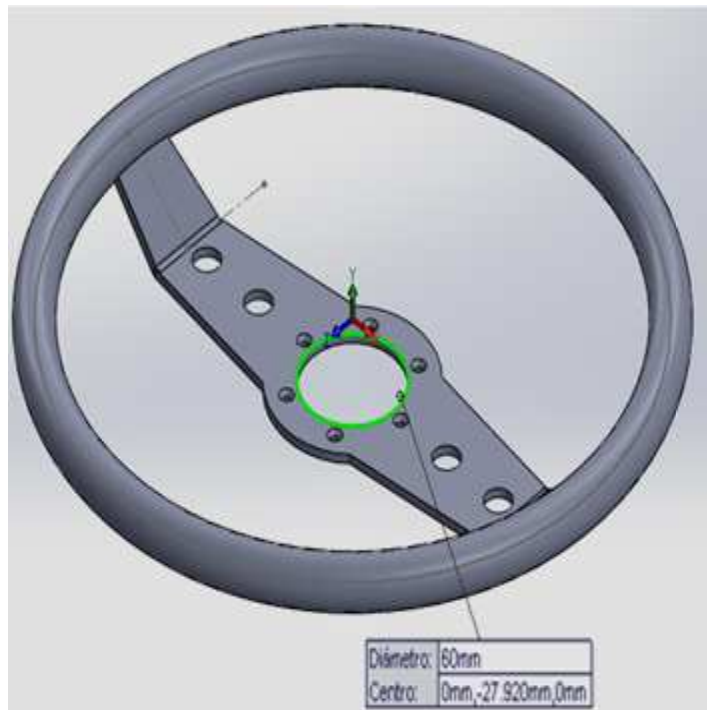
Este volante está construido de tubo moldeable de 30 mm de diámetro y tiene un diámetro exterior de 340 mm que es la medida estándar a este volante le incorporamos una platina que va soldada al volante que soportará a 4 bujes que guiarán a los 2 volantes a incorporar.

Figura 44. Construcción de la platina y bujes



Fuente: Autores

Figura 45. Diseño e instalación de la platina

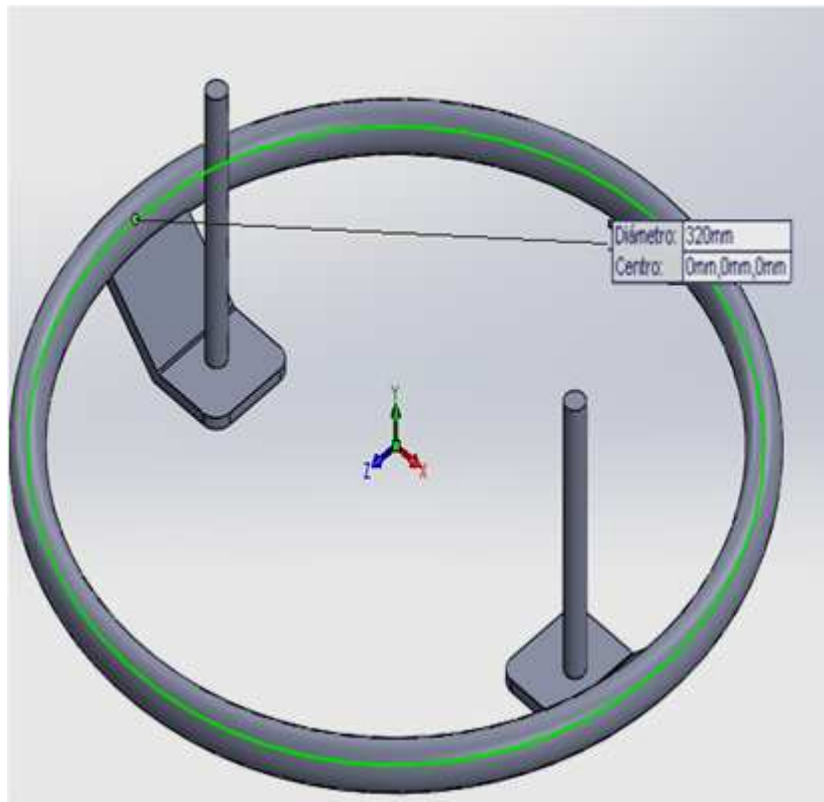


Fuente: Autores

**3.13.2** *Diseño y construcción del volante que accionará el acelerador.* Para la construcción de este volante utilizamos tubo de hierro fundido moldeable que tiene un diámetro de 20 mm en la cual irán anclados 2 pernos guías.

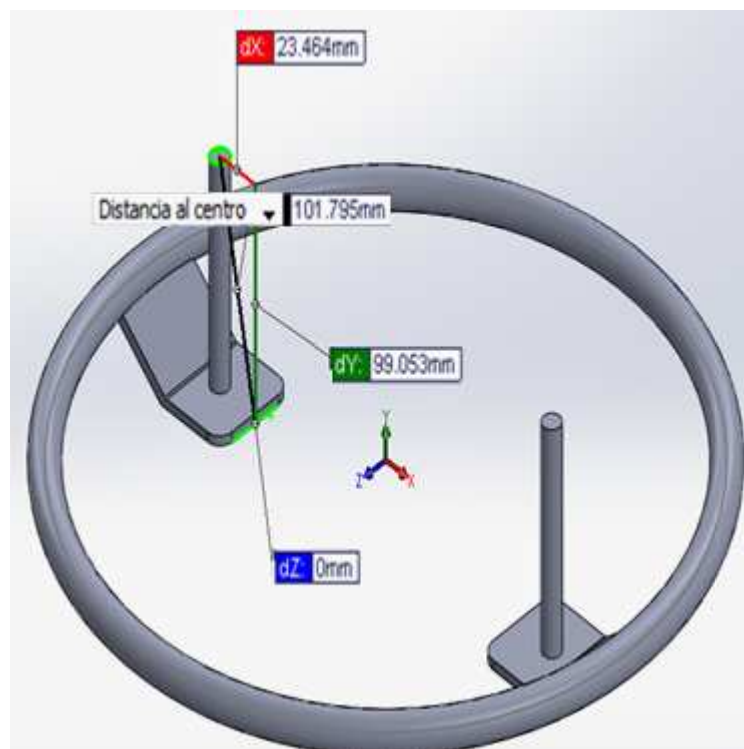
Este volante tiene un diámetro de 320 mm, por lo cual nuestro volante de aceleración será 20 mm más pequeño para facilitar su accionamiento y la maniobrabilidad del vehículo.

Figura 46. Diseño del volante que accionará el acelerador



Fuente: Autores

Figura 47. Dimensiones de los pernos guías



Fuente: Autores



Figura 48. Construcción del volante de aceleración

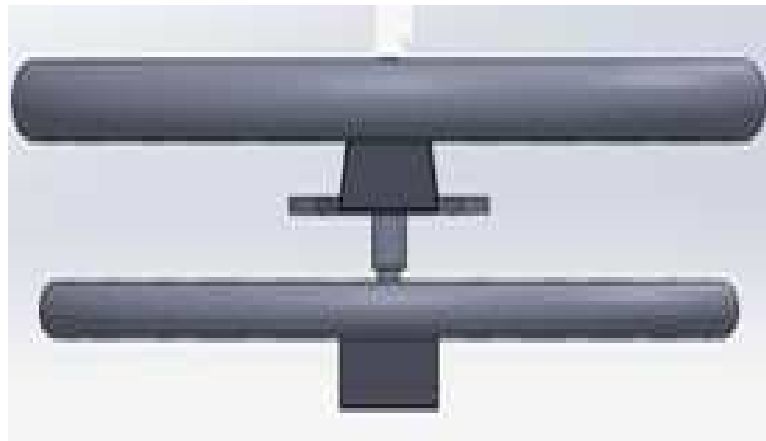


Fuente: Autores

**3.13.3** *Funcionamiento del volante de aceleración.* Este volante irá colocado en la parte inferior del volante de la dirección, y se encargará de acelerar y desacelerar el vehículo.

Este volante al ser presionado hacia arriba cambiará la resistencia del potenciómetro lineal y este enviará una señal a la unidad de control electrónica que activará al servomotor para que accione el pedal del acelerador de forma progresiva de acuerdo a la fuerza aplicada en el volante y así el vehículo se desplace.

Figura 49. Volante de aceleración instalado



Fuente: Autores

Para la desaceleración los pernos guías tendrán 2 resortes que ayudarán a regresar el pedal a su posición de reposo o desacelerado.

**3.13.3.1 Resortes.** Los resortes empleados están sometidos a fuerzas externas y van a sufrir cambios de tamaño y de forma. Esos cambios dependen del arreglo de los átomos y su enlace en el material. Cuando un peso jala y estira a otro y cuando se le quita este peso y regresa a su tamaño normal decimos que es un cuerpo elástico.

*Elasticidad.* Para todo cuerpo se puede decir que es la propiedad de cambiar de forma cuando actúa una fuerza de deformación sobre un objeto, y el objeto regresa a su forma original cuando cesa la fuerza.

**3.13.3.2 Condicionamiento del resorte.** Al realizar nuestro proyecto nos dimos cuenta que para seleccionar un resorte debe considerarse algunos aspectos muy importantes:

- El espacio donde se ha de instalar y trabajar.
- Las fuerzas que van a actuar sobre él, y las deformaciones necesarias.
- La confiabilidad con las variaciones calculadas.
- Condiciones ambientales.
- Costos y cantidades necesarias.
- El cambio de longitud de un cuerpo(Ley de Hooke)

**3.13.3.3 Ley de Hooke.** Esta ley es de suma importancia en nuestra investigación que menciona que la cantidad de estiramiento o de compresión (cambio de longitud), es directamente proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la constante de elasticidad, para ello ponemos algunos parámetros muy importantes detallados a continuación:

$$F = K \cdot x \quad (11)$$

Dónde:

F= Fuerza aplicada

K= Constante clásica de elasticidad

X= Deformación

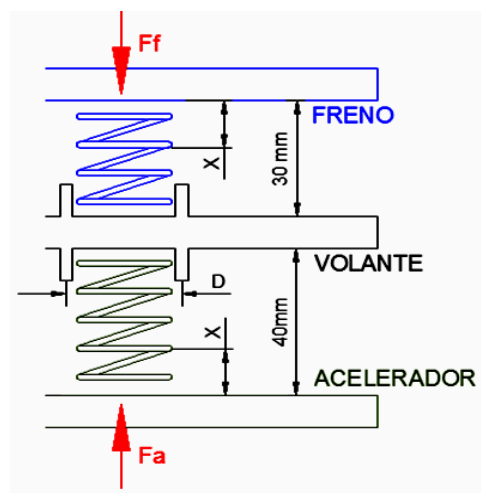


Nuestro resorte cumple la ley de Hooke para lo cual tomamos el coeficiente de elasticidad ( $K$ ) de 19.62 (N/cm) y ( $x$ ) es igual a la deformación del resorte que al presionarlo causa una deformación de 2.86 cm.

—

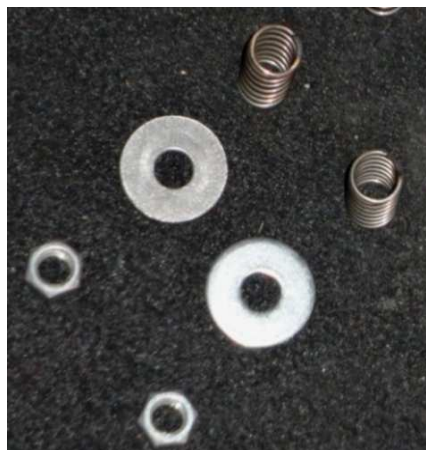
Los resortes actuantes solo a compresión necesarios tienen que trabajar en el espacio mostrado en la figura adjunta.

Figura 50. Diseño de los resortes



Fuente: Autores

Figura 51. Resortes a emplear en los pernos guías



Fuente: Autores

Las fuerzas actuantes en estos muelles son de 14 kgf en el freno y de 13 kgf en el acelerador. Estas fuerzas son escogidas de acuerdo a datos estadísticos de las fuerzas promedio que puede dar las manos. Se debe escoger el mejor diámetro de la galga (d), para soportar estas fuerzas. El resorte debe tener una confiabilidad del 90% mínimo, construido con el siguiente alambre.

Tabla 8. Valores necesarios para la selección del alambre del resorte

MATERIAL	NUMERO ASTM	CONSTANTE m	CONSTANTE A	
			(kpsi)	(Mpa)
Alambre para cuerda musical	A228	0.163	186	2060
Alambre revenido en aceite	A229	0.193	146	1610
Alambre estirado duro	A227	0.201	137	1510
Alambre Cr-Va	A232	0.155	173	1790
Alambre Cr - Si	A401	0.091	218	1960

Fuente: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn101.html>

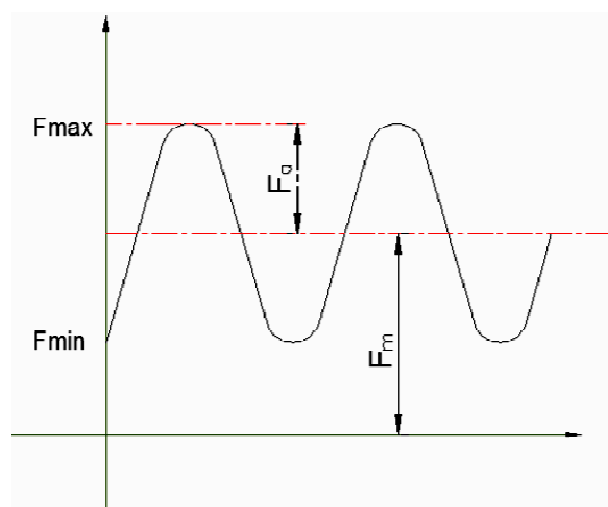
**3.13.3.4 Análisis de la fatiga.** Este muelle estará sometido a cargas variables y ciclos repetitivos durante su vida útil, por lo que es necesario realizar un análisis a la fatiga.

Las fuerzas máximas y mínimas a las que se somete este muelle son:

(12)

(13)

Figura 52. Análisis de la fatiga del resorte



Fuente: [www.fea-optimization.com/ETBX/stresslife\\_help.html](http://www.fea-optimization.com/ETBX/stresslife_help.html)

Según el diagrama de (Goodman) para corte tenemos entonces:

En el rango horizontal:

(14)

En el rango inclinado:

(15)

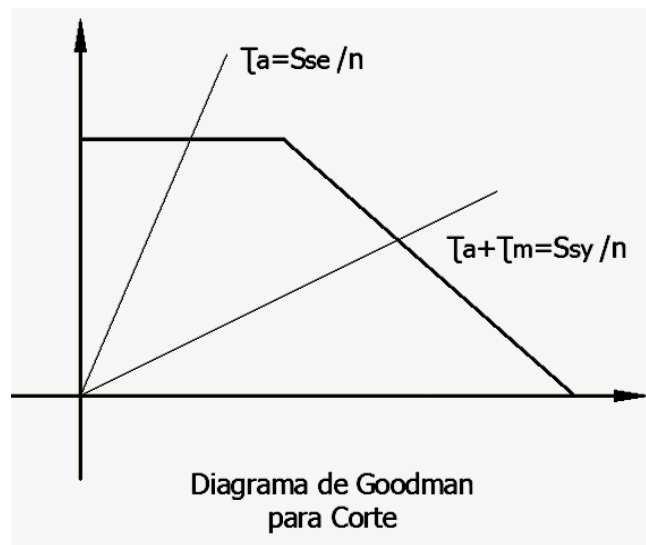
Donde:

= Son las componentes medio y alternante a los esfuerzos sometidos

$S_{sy}$  = Relaciona al material del alambre

$S_{se}$  = Relaciona al material del alambre secundariamente

Figura 53. Diagrama de Goodman para corte



Fuente: [www.iberisa.com/soporte/fatiga/intro.htm](http://www.iberisa.com/soporte/fatiga/intro.htm)

$S_{se}$  se determina según la ecuación siguiente:

(16)

Dónde:

$K_c$  = Es la confiabilidad que asegura un buen desempeño del elemento.

$K_e$  = Son los esfuerzos de deformación a los que está sometido el material

Tabla 9. Factores de confiabilidad vs límite de fatiga

<b>FACTORES DE CONFIABILIDAD KC CORRESPONDIENTES A UNA DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE 8% DEL LÍMITE DE FATIGA</b>		
<b>Confiabilidad r</b>	<b>Variable estandarizada zr</b>	<b>Confiabilidad kc</b>
0.50	0	1.000
0.90	1.288	0.897
0.95	1.645	0.868
0.99	2.326	0.814
0.999	3.091	0.753
0.999 9	3.719	0.702
0.999 99	4.265	0.659
0.999 999	4.753	0.620
0.999 999 9	5.199	0.584
0.999 999 99	5.612	0.551

Fuente: <http://monografias.com/trabajos88/fatiga-metales-generalidades/fatiga-metales-generalidades.shtml>

### 3.13.3.5 Cálculos geométricos. Aquí se detallan algunos cálculos geométricos

Tabla 10. Cálculos geométricos para el freno

<b>K=f/x (lb/in)</b>			<b>Dia. hueco</b>	<b>Dia. galga</b>	<b>N. espiras</b>
F	X	K	D (in)	d (in)	Na
26,46	0,59	44,81	0,79	0,08	3,7
26,46	0,59	44,81	0,79	0,09	6,2
26,46	0,59	44,81	0,79	0,1	9,9
26,46	0,59	44,81	0,79	0,125	26,9

Fuente: Autores

Tabla 11. Cálculos geométricos para el acelerador

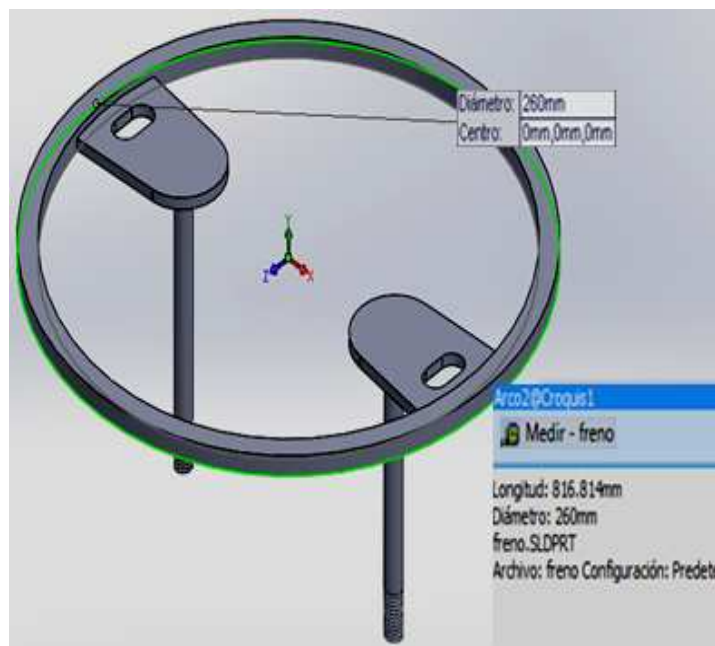
<b>K=f/x (lb/in<sup>2</sup>)</b>			<b>Dia. hueco</b>	<b>Dia. galga</b>	<b>N. espiras</b>
F	X	K	in	in	Na
28,665	0,59	48,54	0,79	0,08	3,4
28,665	0,59	48,54	0,79	0,09	5,7
28,665	0,59	48,54	0,79	0,1	9,1
28,665	0,59	48,54	0,79	0,125	24,9

Fuente: Autores

**3.13.4** *Diseño y construcción del volante que accionará el freno.* Para la construcción de este volante utilizamos una varilla rectangular de hierro fundido maquinable que tiene un espesor de 12 mm x 7 mm en la cual irán anclados 2 pernos guías.

Este volante tiene un diámetro de 260 mm, por lo cual nuestro volante de frenado será 80 mm más pequeño para facilitar la maniobrabilidad del vehículo y su accionamiento será fácil.

Figura 54. Diseño del volante que accionará el freno



Fuente: Autores

Figura 55. Construcción del volante de frenado

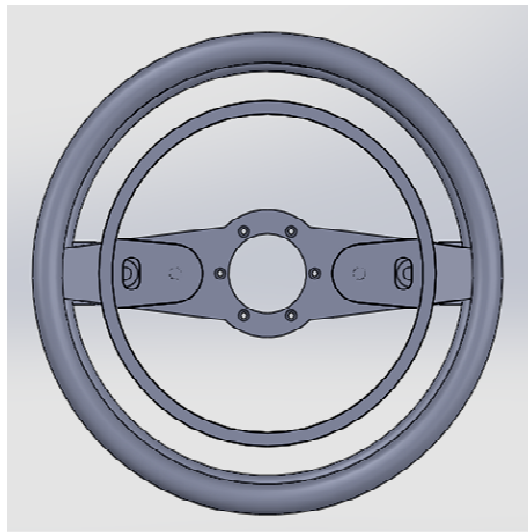


Fuente: Autores

**3.13.5** *Funcionamiento del volante de frenado.* Este volante irá colocado en la parte superior del volante de la dirección, y se encargará de frenar el vehículo.

Este volante al ser presionado hacia abajo cambiará la resistencia del potenciómetro lineal y este enviará una señal a la unidad de control electrónica que activará al servomotor para que accione el pedal del freno de forma progresiva de acuerdo a la fuerza aplicada en el volante y así el vehículo se detenga.

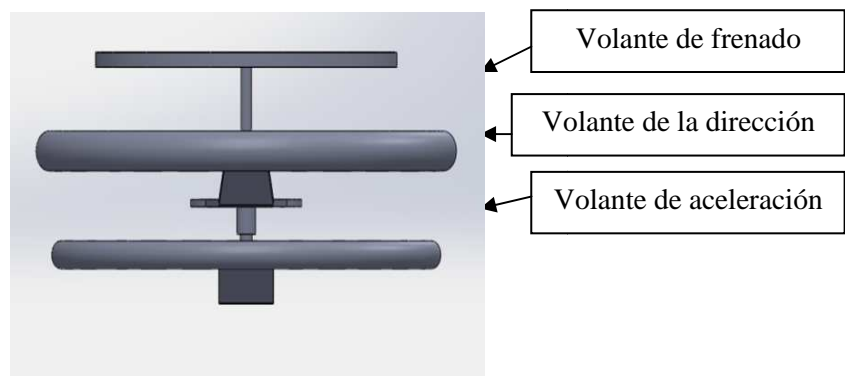
Figura 56. Volante del freno instalado



Fuente: Autores

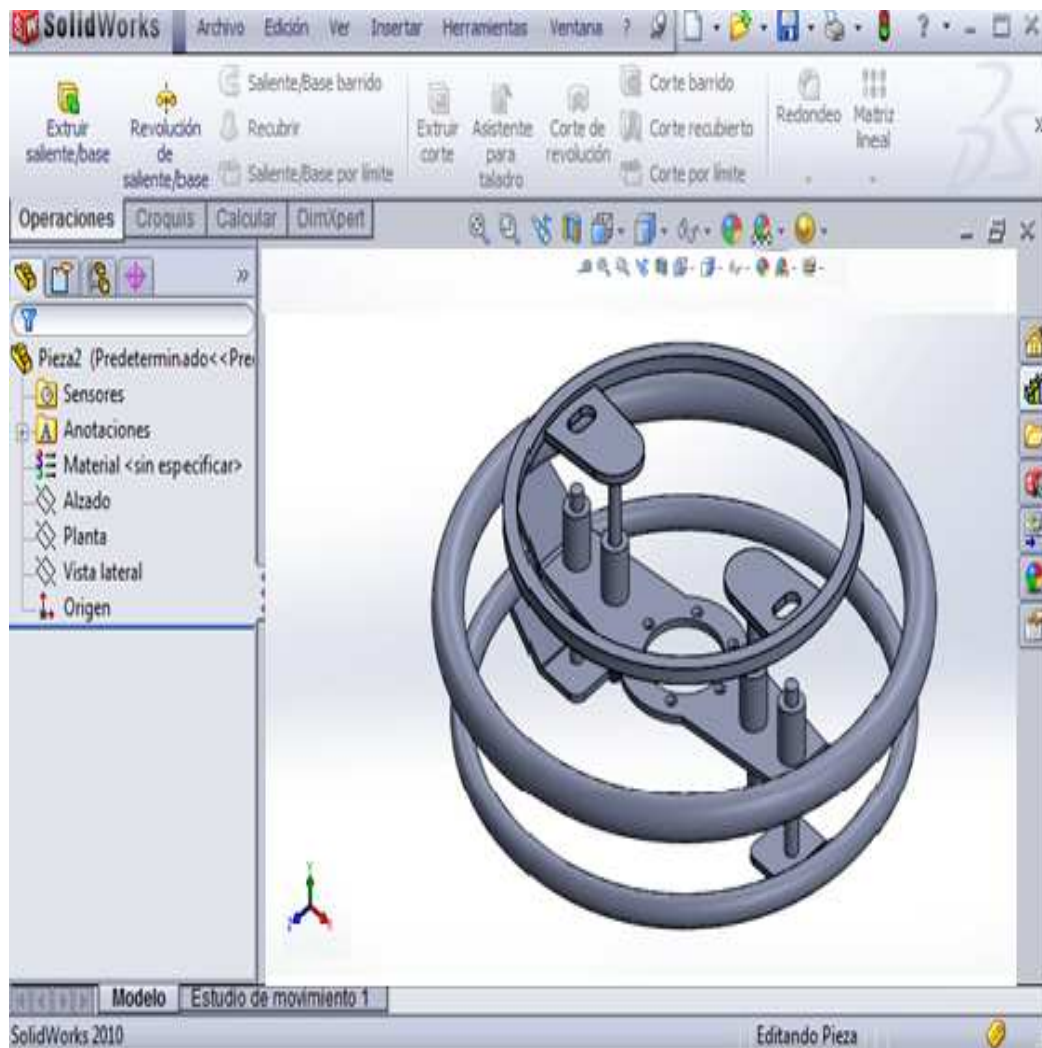
**3.13.6** *Diseño del conjunto de volantes.* Para nuestro proyecto nuestro vehículo contará con volantes que cumplirán funciones específicas siendo el principal el de la dirección pues de su maniobrabilidad dependerá la estabilidad de nuestro vehículo, para lo cual hemos diseñado los volantes antes mencionados.

Figura 57. Diseño del conjunto de volantes



Fuente: Autores

Figura 58. Montaje final de los volantes



Fuente: Autores

### 3.14 Sistema de accionamiento del embrague

Nuestro sistema consta de:

- 3 pulsadores
- Un motor reductor de 80 Kgf\*cm de torque
- Una varilla de 80 cm

**3.14.1 Funcionamiento.** Nuestro embrague funciona al presionar cualquiera de los tres pulsadores, este genera una señal que es enviada a la ecu (Unidad de control electrónica) que a su vez procesa la señal y acciona al motor reductor y este empuja al eje de transmisión que está anclada al pedal del embrague consiguiendo con esto accionar el embrague de forma automática y así poder cambiar de marcha.

Figura 59. Mecanismo de accionamiento del embrague



Fuente: Autores

**3.14.2 Motor reductor de velocidad.** Los reductores o moto-reductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. Las transmisiones de fuerza por correa, cadena o trenes de engranajes que aún se usan para la reducción de velocidad presentan ciertos inconvenientes. Al emplear reductores o moto-reductores se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.
- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

Figura 60. Motor reductor



Fuente: Autores

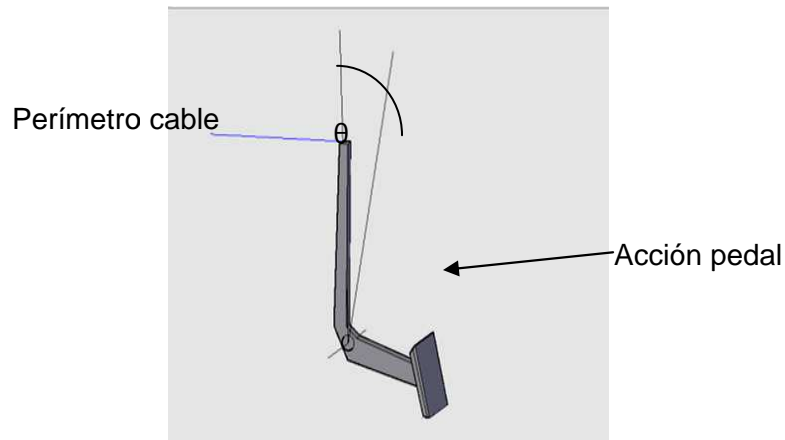


### 3.15 Diseño de las poleas

A continuación se procederá al cálculo del diámetro de las poleas que se montarán en el servomotor que accionarán los diferentes pedales de aceleración, freno y embrague.

**3.15.1 Cálculo de las poleas para el mecanismo de aceleración, freno y embrague.** Primeramente realizamos la medición del perímetro del cable del acelerador y freno y del ángulo de accionamiento de los pedales.

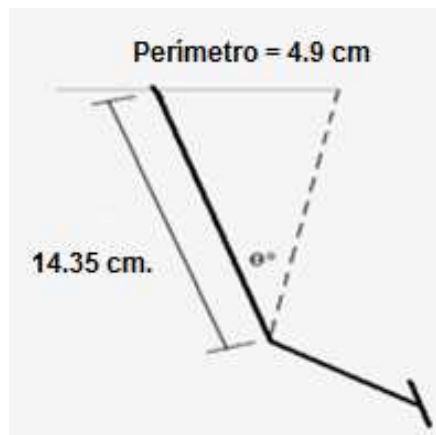
Figura 61. Diagrama sistemático de accionamiento del pedal



Fuente: Autores

Se procedió a medir la longitud del arco del cable en el momento del accionamiento de la barra de los pedales y obtuvimos un valor de:

Figura 62. Esquema de cálculos del pedal



Fuente: Autores

(17)

$$\text{sen}\theta = \frac{s}{r}$$

$$\text{sen}\theta = \frac{4.9\text{cm}}{14.35\text{cm}} = 0.34\text{rad} \frac{360^\circ}{2\pi\text{rad}}$$

$$\theta = 19.96^\circ$$

Donde:

S= Perímetro del mecanismo del pedal

R= Distancia del pedal

Con este valor nos damos cuenta que el grado de pivotaje del pedal es muy pequeño y por ende el esfuerzo en el pedal va a ser pequeño. Como el pedal tiene que girar  $19.66^\circ$  y recorrer 49.62 mm debemos diseñar tres poleas que transfieran estas medidas a  $330^\circ$  que gira un potenciómetro que nos dará un voltaje entre 0 y 5 voltios según el ángulo de giro del pedal.

(18)

$$\alpha = \frac{\text{perímetro}}{\text{radio}}$$

Esta ecuación trabaja los ángulos en radianes así que procedemos a transformar los 330 grados requeridos a radianes

$$330^\circ = 330^\circ * \frac{2\pi\text{rad}}{360^\circ} = 5.759 \text{ rad}$$

$$5.759 \text{ rad} = \frac{49.62 \text{ mm}}{\text{radio}}$$

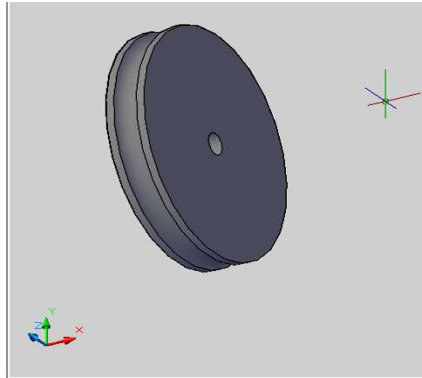
$$\text{radio} = \frac{49.62 \text{ mm}}{5.759 \text{ rad}}$$

$$\text{radio} = 8.6152 \text{ mm}$$

$$\text{diámetro} = 17.2 \text{ mm}$$

Con este diámetro primitivo de la nueva polea proseguimos a diseñarla:

Figura 63. Diseño de las poleas



Fuente: Autores

**3.15.2** *Cálculo para la selección del cable de acero.* Este cálculo se lo detalla aquí:

(19)

Dónde:

Pero por lo corto del tramo no se va a incluir el peso del cable despreciando entonces los efectos por flexión, pero se aprecia la fatiga por dobles.

(20)

(21)

(22)

,

(23)

—

Dónde:

Recomendación: —

La velocidad media la sacamos del servo ya que a esa velocidad va a trabajar.

—  
—

Con estos valores tenemos que escoger el cable más apropiado, pero tenemos que tener en cuenta que existen cables normalizados con diámetros fijos mayores y con resistencias a la tracción muy superiores a la necesitada. El cable que se utilizará es de 2.5 mm de diámetro, el diámetro de la polea será de 17.2mm. Y el espesor de 5mm para evitar que el cable se salga por los laterales y los laterales de la polea tendrá un diámetro mayor, y un espesor de 1mm.

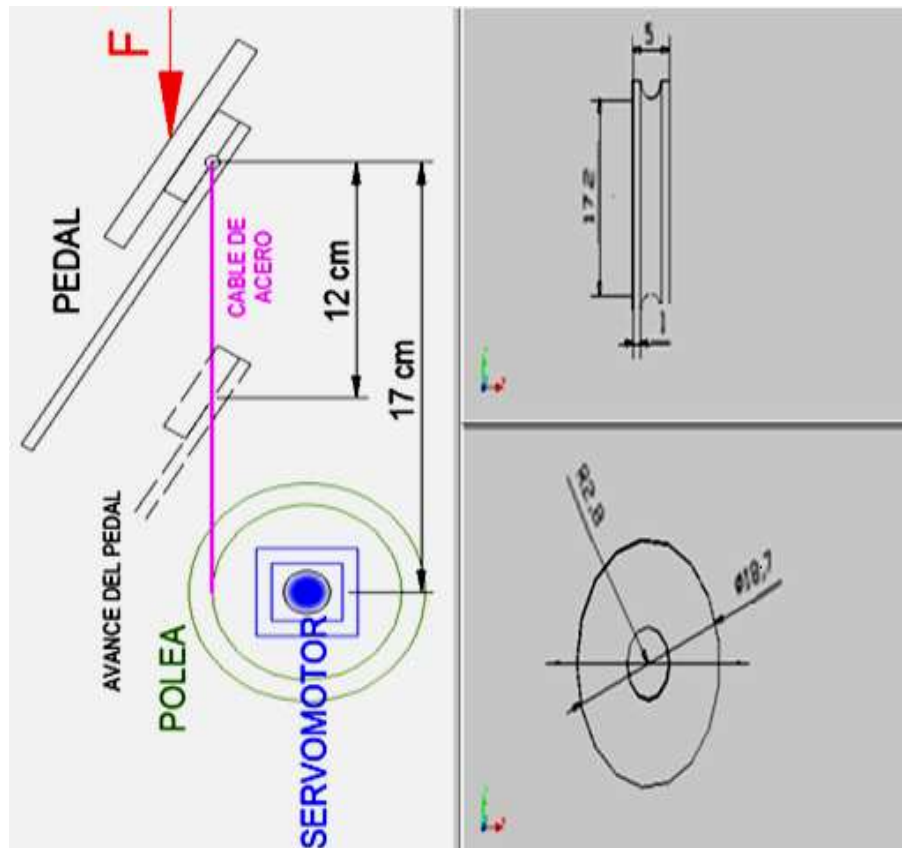
Figura 64. Cable de acero a utilizar



Fuente: LARBURU Nicolás. Prontuario de máquinas tabla 4-9. p.57

Un cable de acero es un tipo de cable mecánico formado un conjunto de alambres de acero o hilos de hierro que forman un cuerpo único como elemento de trabajo. Estos alambres pueden estar enrollados de forma helicoidal en una o más capas, generalmente alrededor de un alambre central, formando los cables espirales. El cable que vamos a utilizar es de 2.5 mm de diámetro.

Figura 65. Polea a utilizar



Fuente: Autores

Figura 66. Polea instalada en el servomotor



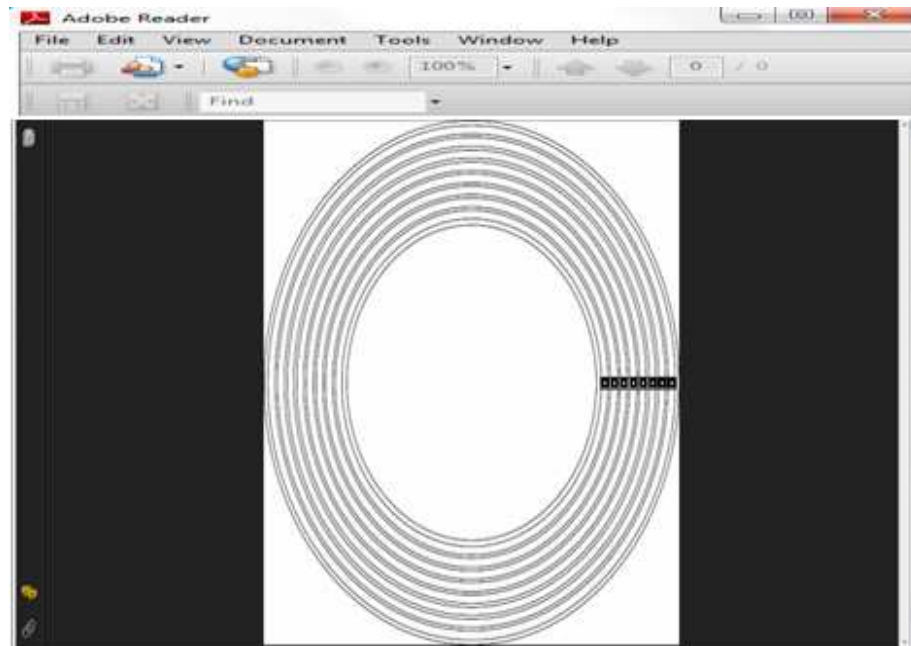
Fuente: Autores

Se puede observar claramente que la polea está instalada en la parte delantera izquierda inferior del habitáculo del vehículo.

### 3.16 Diseño de la rueda transmisora de datos

Esta rueda la hemos diseñado, de material plástico acrílico, que irá colocada en el volante central de la dirección con ello los cables de nuestro sistema no se enredarán.

Figura 67. Diseño de la rueda transmisora de datos



Fuente: Autores

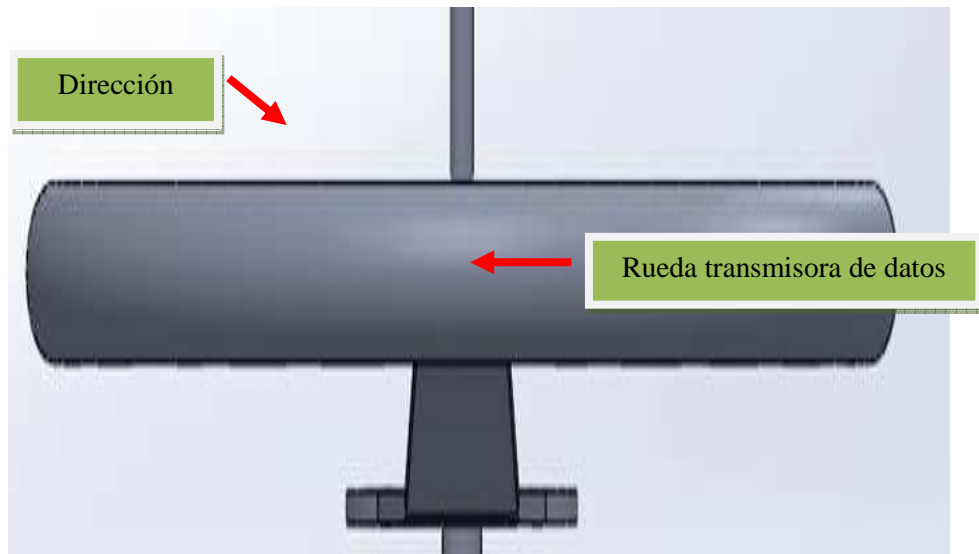
Esta rueda tiene caminos que recibirán la señal al accionar los volantes y la enviarán a unidad de control electrónica.

Figura 68. Construcción de la rueda transmisora de datos



Fuente: Autores

Figura 69. Ubicación de la rueda transmisora de datos en el volante de la dirección



Fuente: Autores

### 3.17 Resumen de los elementos elegidos

Se va a realizar ahora un resumen general de los elementos elegidos y la disposición de los mismos:

- El actuador elegido será un servomotor standard con par de 40 kgf\*cm. Este servomotor será el encargado de mover a la barra de movimiento del mecanismo de los diferentes pedales.
- La polea del servomotor será de 17.2 mm de diámetro y será introducida a presión en el eje del servo, tomando en cuenta la posición neutra del actuador para que este inicie desde los 0° al recibir el PWM de la unidad de control electrónica.
- El cable que unirá la polea del servo con su respectivo pedal será de acero de 0.96 mm de diámetro y dará 1 vuelta y media a la polea para asegurar la fricción y la tracción correspondiente.

- El soporte irá situado en la viga de la parte superior de los pedales de aceleración, freno y embrague, tomando en cuenta el confort de la parte delantera del vehículo.
- Se utilizará una rueda que transmita la información cuando se accione alguno de los volantes; y, estos estén girando, entonces los cables podrán enredarse circularmente asegurando su correcto funcionamiento.

### 3.18 Toma de mediciones

Tabla 12. Valores necesarios para la programación

DESCRIPCIÓN	MEDICIONES
Ángulo de giro del pedal de aceleración	19.55°.
Ángulo de giro del pedal del embrague	19.75°
Ángulo de giro del pedal del freno	19.66°
Par necesario para mover c/u de los pedales	4.5406*Nm
Rpm en ralentí	960 rpm
Rpm acelerado	3117 rpm

Fuente: Autores

### 3.19 Parámetros importantes para la programación

Una vez que ha sido elegido el actuador, se está en disposición de conocer qué factores hay que tener en cuenta a la hora de programarlo e instalarlo.

Los puntos siguientes serán de gran importancia tenerlos en cuenta para el buen funcionamiento:

- El servo será controlado mediante PWM.
- La señal de control del servo será renovada cada 20ms por lo que la frecuencia será de 50Hz.



- La forma de la onda será cuadrada y de 6 a 7.2 voltios de pico a pico.
- El servo vuelve a la posición cero en caso de no recibir señal, es por ello que a la hora de instalarlo se tendrá en cuenta este.
- Se alimentará al servo con 6 y 7.2 voltios dependiendo de la batería a utilizarse en la aplicación.
- Los cables tienen las siguientes funciones: rojo-positivo, negro- negativo y amarillo-control.
- En función de la duración del pulso, el servo se posicionará en una posición u otra, así, los pulsos serán entre 0.9ms y 2.1ms para posicionarse en los extremos y para un pulso de 1.5ms el servo se posicionará en el medio.
- El sentido de giro del servo es el de las agujas del reloj.
- El servo puede girar un máximo de 180°, por lo que la polea que se le instale no podrá ser de un diámetro menor a la mitad de la que está en la mariposa.

La programación teniendo en cuenta todos los parámetros la dividiremos en dos microcontroladores; uno será el que controlará al servo del acelerador y freno, y el otro será el que controlará al pedal del embrague.

### **3.20 Seguridad y funcionalidad del sistema**

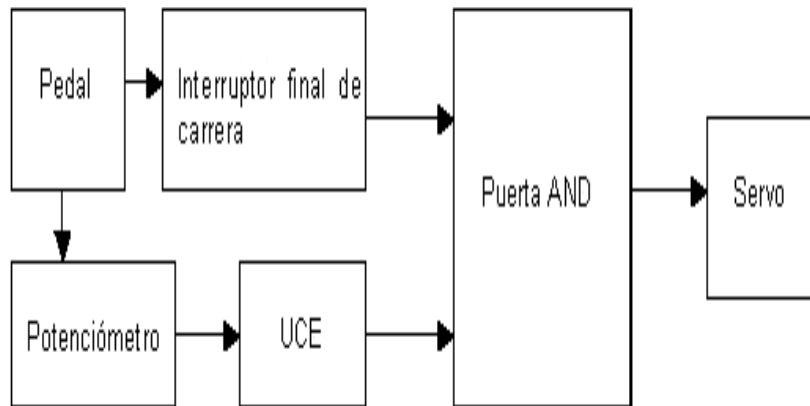
Como elementos de seguridad tanto pasivos como activos podrían ser las siguientes proposiciones.

Instalación de un interruptor final de carrera en el pedal del acelerador de forma que cuando este deje de ser presionado y vuelva a cero active el interruptor.

El interruptor estará conectado a una puerta lógica AND, y la otra patilla de la puerta lógica estará conectada a la unidad de control electrónico.

De esta forma cuando el interruptor dé señal cero, la puerta dará señal cero al servo y este volverá a la posición de reposo evitando que quede accionado el mecanismo.

Figura 70. Circuito de seguridad



Fuente: Autores

En cuanto a la programación del software para conseguir seguridad hay varias alternativas.

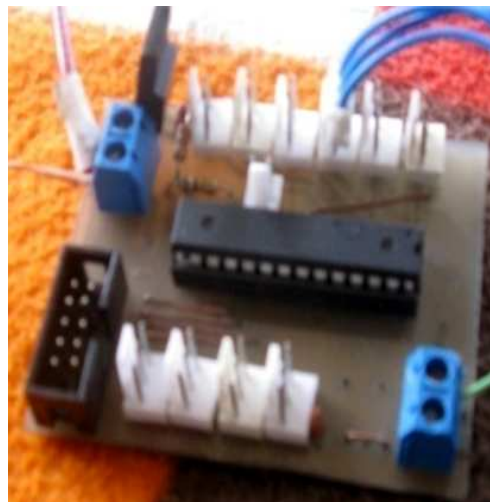
- La primera opción consiste en poner un sensor en el pedal del freno de forma que se sepa cuando se está frenando y con qué fuerza, por ello cuando se accione el volante de frenado el sensor enviará una señal a la UCE y esta accionará el pedal del embrague de manera que cuando el vehículo se detenga no se apague sino quede embragado y frenado a la vez siempre y cuando este en alguna marcha.
- Si el pedal del acelerador y el freno están funcionando a la vez es porque puede haber algún fallo, y el motor se apagará.
- Para accionar el volante del acelerador bastará con hacer una fuerza en el costado izquierdo del volante, en ese instante se accionará un sensor que irá en el costado derecho del volante y dará una señal progresivamente al pedal del acelerador.
- El embrague será accionado por un eje de transmisión que recibirá el empuje de un motor de corriente continua que recibirá la señal de unos pulsadores que irán instalados a los dos costados del volante de la dirección para accionarlo con el

dedo pulgar de la mano izquierda o derecha que reemplazará al pie izquierdo que es el que se utiliza para embragar.

### 3.21 Unidad de control electrónica

La unidad de control electrónico UCE es el ordenador central del acelerador, freno y embrague su función es la de recibir los datos procedentes de los sensores u otros artilugios instalados en el vehículo y enviar la señal necesaria para el actuador.

Figura 71. Unidad de control



Fuente: Autores

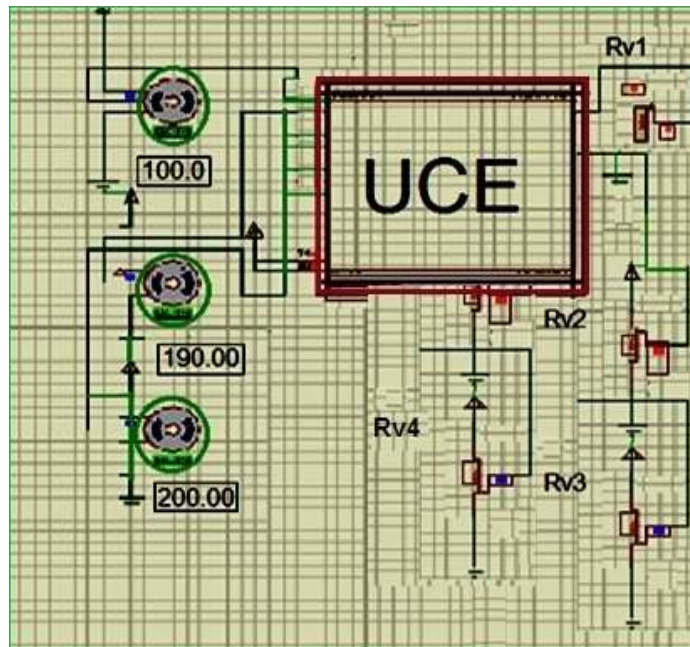
En el caso de este proyecto, la UCE será la encargada de recibir la señal de los potenciómetros instalados en el volante de la dirección y mediante una ley de control envía la señal necesaria al actuador (servomotor) instalado en los pedales del acelerador, freno y embrague.

**3.21.1 Simulación y diseño del módulo.** Se efectuará una simulación previa en proteus y se verificará posibles errores y modificaciones.

Este primer circuito nos permitirá ver el movimiento de los servomotores por PWM (ancho de pulso) según la señal de entrada del potenciómetro del acelerador, freno y embrague, esta programación comparará esta señal a posición angular del servomotor que girará proporcionalmente al recorrido de los pedales.

La programación se realizó en un AVR atmega 8, un dispositivo muy utilizado en la industria manufacturera para aplicaciones de electrónica, robótica, marítima y sobre todo el aeromodelismo.

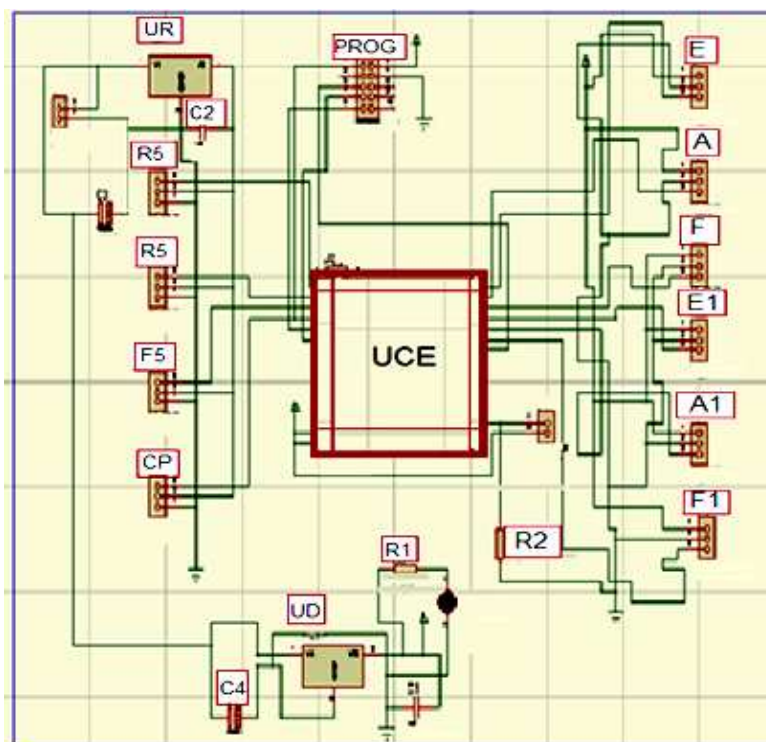
Figura 72. Simulación – Circuito activación servomotores



Fuente: Autores

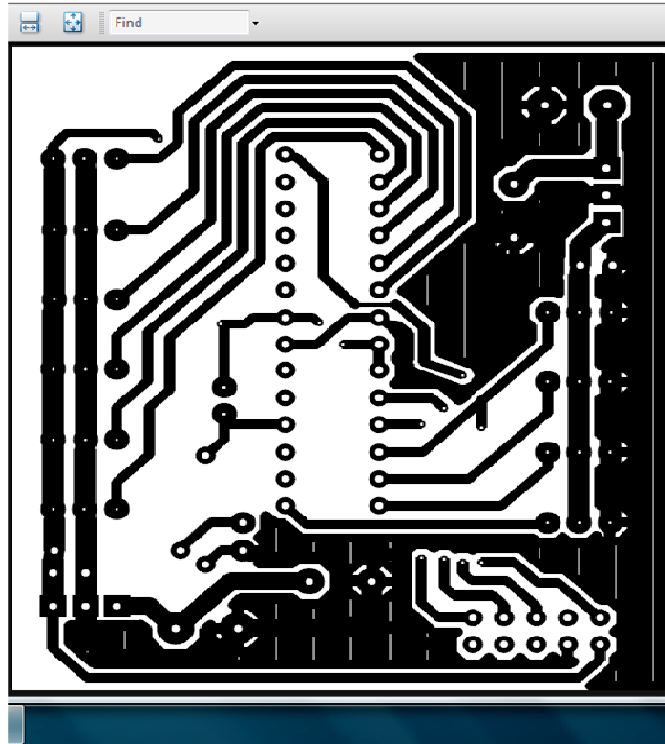
La simulación nos muestra el circuito funcionando cuando se envía la señal desde los volantes, pudiendo observar como los servomotores empiezan a funcionar.

Figura 73. Diagrama de la placa de la UCE en ISIS PROTEUS



Fuente: Autores

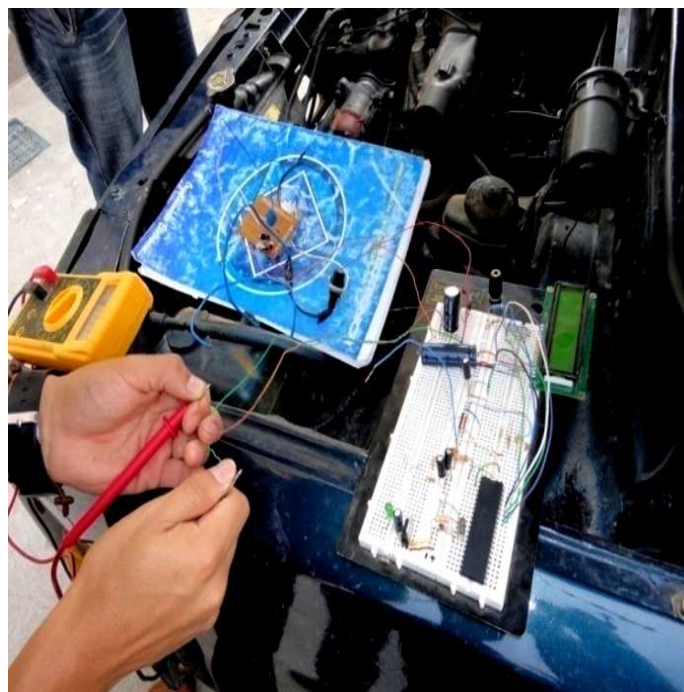
Figura 74. Diseño de la placa de la UCE



Fuente: Autores

### 3.22 La unidad de control electrónica aplicada en un protoboard.

Figura 75. Módulo aplicado en un protoboard



Fuente: Autores

En este sistema de simulación real pudimos darnos cuenta de futuras fallas y de la ubicación del sistema original.

Figura 76. Módulo original



Fuente: Autores

### 3.23 Programación

La programación se la realizó en el software microcode y es la siguiente.

```
#define F_CPU+ 8000000UL
#include<avr/io.h>
#include<util/delay.h>

//#include "lcd.h"

int8_t s1,s2,s3,le,la,lf;//VARIABLES PARA LOS SERVOS
float d1,d2,d3,d1e,d2a,d3f;

int main(void)
```

```

{
    DDRB=0x07;           //como salida des 1-4
del puerto b 0000 0111

    PORTB=0x00;         //Ponemos en low todos
los pines

    s1=0x01;           //0000 0001 puerto b
    s2=0x02;           //0000 0010 puerto b
    s3=0x04;           //0000 0100 puerto b
    le=0x04;           //0000 0100 puerto d
    la=0x08;           //0000 1000 puerto d
    lf=0x10;           //0001 0000 puerto d

    for(;;)
    {
        //ADMUX = 0x01; // seleccionamos la entrada c.0
// Inicial del ADC Circuito
        //*****adc c0
        ADCSRA = (1 << ADEN) | (1 << ADPS2) | (1 <<
ADPS1);

        ADMUX=0;
        ADCSRA |= (1<<ADSC);           // Esperar
hasta conversi3n completa ADSC = 0 -> Completa
        while (ADCSRA & (1<<ADSC)); // Obtener el
primer resultado de ADC

        d1 = ADCW;
        _delay_us(20);
        //*****adc c1
        ADCSRA = (1 << ADEN) | (1 << ADPS2) | (1 <<
ADPS1);

        ADMUX=1;
        ADCSRA |= (1<<ADSC);           // Esperar
hasta conversi3n completa ADSC = 0 -> Completa
        while (ADCSRA & (1<<ADSC)); // Obtener el
primer resultado de ADC

        d2 = ADCW;

```

```

        _delay_us(20);
        //*****adc c2 EMBRAGRE SETEO MITAD
        ADCSRA = (1 << ADEN) | (1 << ADPS2) | (1 <<
ADPS1);

        ADMUX=2;
        ADCSRA |= (1<<ADSC);           // Esperar
hasta conversi3n completa ADSC = 0 -> Completa
        while (ADCSRA & (1<<ADSC)); // Obtener el
primer resultado de ADC

        d3 = ADCW;
        _delay_us(20);
        //
        /*ADCSRA = (1 << ADEN) | (1 << ADPS2) | (1 <<
ADPS1);

        ADMUX=3;
        ADCSRA |= (1<<ADSC);           // Esperar
hasta conversi3n completa ADSC = 0 -> Completa
        while (ADCSRA & (1<<ADSC)); // Obtener el
primer resultado de ADC

        d1e = ADCW;
        _delay_us(20);
        //
        ADCSRA = (1 << ADEN) | (1 << ADPS2) | (1 <<
ADPS1);

        ADMUX=4;
        ADCSRA |= (1<<ADSC);           // Esperar
hasta conversi3n completa ADSC = 0 -> Completa
        while (ADCSRA & (1<<ADSC)); // Obtener el
primer resultado de ADC

        d2a= ADCW;
        _delay_us(20);
        //
        ADCSRA = (1 << ADEN) | (1 << ADPS2) | (1 <<
ADPS1);

        ADMUX=5;

```



```

        ADCSRA |= (1<<ADSC);           // Esperar
hasta conversión completa ADSC = 0 -> Completa
        while (ADCSRA & (1<<ADSC)); // Obtener el
primer resultado de ADC

        d3f = ADCW;
        _delay_us(20);
        //
        if((d1e<=(d1+200))&(d1e>=(d1-200)))
            PORTD=0;
        else
            PORTD=le;
        //
        if((d2a<=(d2+200))&(d2a>=(d2-200)))
            PORTD|=~(1<<PD4);
        else
            PORTD|= (1<<PD4);
            //PORTB |= (1<<PB5)
        //
        if((d3f<=(d3+200))&(d3f>=(d3-200)))
            PORTD=0;
        else
            PORTD=lf;
        */
        d1=d1/512;
        d2=d2/512;
        if(d3>512)
            d3=(d3-512)*2;
        else
            d3=(512-d3)*2;
        d3=d3/512;
        PORTB=s1;
        _delay_ms(d1);
        PORTB=0;
        PORTB=s2;
        _delay_ms(d2);
        PORTB=0;

```

```
PORTB=s3;  
_delay_ms(d3);  
PORTB=0;  
_delay_ms(12);  
return 0; // Standard Return Code} (IBRAHIM, 2008).
```

## CAPÍTULO 4

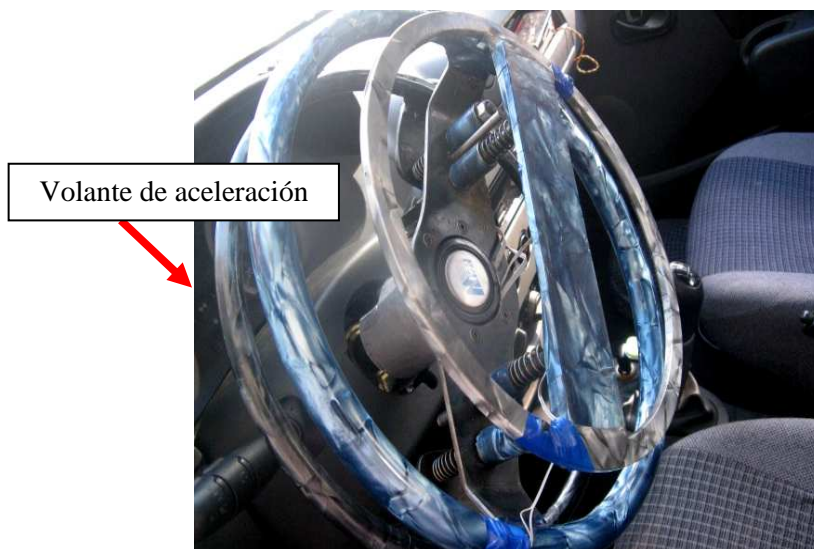
### 4. PRUEBAS Y RESULTADOS

#### 4.1 Pruebas de funcionamiento del acelerador, freno y embrague

Una vez que hemos instalado el sistema procedemos a comprobar el funcionamiento del mismo.

- En el arranque en frío debemos esperar que el vehículo alcance la temperatura normal de funcionamiento, luego ponemos todo el sistema activando el interruptor que está ubicado en el costado izquierdo del tablero.
- Con el vehículo en neutro procedemos a acelerar accionando hacia arriba el volante que está ubicado en la parte inferior de la dirección.

Figura 77. Accionamiento del acelerador



Fuente: Autores

- De igual manera con el vehículo en neutro procedemos a accionar el embrague presionando cualquiera de los dos pulsadores que se encuentran ubicados en los dos costados de la dirección, ahí procedemos a poner diferentes marchas para comprobar la funcionalidad del embrague.

Figura 78. Accionamiento del embrague



Fuente: Autores

- Para la prueba de funcionamiento del freno tenemos que poner en marcha el vehículo y accionar el freno con el volante que está ubicado en la parte superior de la dirección.

Figura 79. Accionamiento del freno



Fuente: Autores

- Una vez comprobado el sistema con el vehículo en neutro tendremos la seguridad que el vehículo responderá a las necesidades de la carretera, no nos olvidemos que este es un vehículo para una persona con discapacidad y no

Debe tener fallas porque sería fatal para el conductor y los peatones, es por eso que debemos realizar las pruebas de funcionamiento antes de poner el vehículo en marcha.

Figura 80. Sistema completamente instalado



Fuente: Autores

## 4.2 Resultados

Una vez realizadas todas las pruebas de funcionamiento en carretera tenemos como resultado real que nuestro proyecto es factible y sustentable, pues el acelerador, freno y embrague cumplen las expectativas de funcionalidad y seguridad, nuestro vehículo puede ser conducido por una persona con discapacidad en sus extremidades inferiores sin ningún problema, es así que tenemos un resultado real.

Figura 81. Vehículo adaptado



Fuente: Autores

## CAPÍTULO 5

### 5. ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

#### 5.1 Costos directos

- Costos de mano de obra.
- Costos de materiales.
- Costos de equipos.
- Costos de transporte

Tabla 13. Costos directos

<b>COSTO DIRECTO</b>	
Costos de materiales	\$580.45
Mano de obra	\$75.2
Costos de equipos	\$12
Costos de transporte	\$45
<b>TOTAL</b>	<b>\$712.65</b>

Fuente: Autores

**5.1.1 Costos de materiales y equipos.** Están incluidos los costos de los materiales utilizados en la adaptación del sistema en el vehículo, además de las piezas mecánicas y eléctricas. Para los costos detallados a continuación se ha incluido el iva.

Tabla 14. Costos de elementos mecánicos y eléctricos del sistema

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total ( \$)</b>
1	Kit de Sistema de discapacitados Incluye: Volantes de aceleración y freno, Servo motores, Motor reductor, Avr, Borneras, Transistores, Accesorios electrónicos y Cableado eléctrico.	1	580.45
		Total A	580.45

Fuente: Autores

**5.1.2 Costos de mano de obra.** Estos costos son referentes al personal empleado para la adaptación y funcionamiento del sistema de discapacitados. Se tomó servicios de un mecánico, dos ayudantes y un electrónico para la adaptación.

Tabla 15. Costos de mano de obra

<b>Categoría</b>	<b>\$/ h</b>	<b>Total horas</b>	<b>Precio total \$</b>
Mecánico	1.88	24	45.12
Ayudante	1.88	10	18.8
Electrónico	1.88	6	11.28
		Total B	75.2

Fuente: Autores

**5.1.3 Costos de equipos.** Se incluyen los equipos utilizados para la adaptación del sistema.

Tabla 16. Costos de equipos

<b>Categoría</b>	<b>\$/ h</b>	<b>Total horas</b>	<b>Costo \$</b>
Taladro, moladora, soldadora, torno y fresa	3	1.5	4.5
Herramientas manuales	1,5	5	7.5
		Total C	12

Fuente: Autores

**5.1.4 Costos de transporte.** Se consideran los costos de viajes realizados para la adquisición de los componentes del sistema y el traslado hacia el lugar donde se realizó la adaptación.

Tabla 17. Costos de transporte

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total ( \$)</b>
1	Riobamba - Quito – Riobamba	1	20
2	Riobamba- Quito – Riobamba	1	25
		Total D	45

Fuente: Autores

## 5.2 Costos indirectos

Están incluidos los costos de documentación y el costo ingenieril que representa el gasto requerido por el elaborador del proyecto.

Tabla 18. Costos indirectos

<b>Descripción</b>	<b>Costo en dólares</b>
Costo de asesoría	500
Costo documentación	500
Total	1000

Fuente: Autores

## 5.3 Costos imprevistos

Los imprevistos son los costos de elementos pequeños que no se toman en cuenta en los rubros antes mencionados, además de alguna variación de tiempo en el desarrollo del proyecto.

Se toma en cuenta un aproximado del 5% de la suma de los costos directos

Tabla 19. Costos imprevistos

<b>Descripción</b>	<b>Costo en dólares</b>
Imprevistos	23,61
Total imprevistos	23,61

Fuente: Autores

## 5.4 Utilidad

Debido a que este es un proyecto de investigación intelectual tanto tecnológica como científica, la utilidad es equivalente a cero sin fines de lucro. No obstante este trabajo se lo puede industrializar, para así poder realizarlo en matrices en serie y que sea accesible para todas las personas con este tipo de discapacidad tanto en factores como de seguridad, así como en el precio del mismo.



## CAPÍTULO 6

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

Se diseñó y desarrolló un mando de conducción para personas discapacitadas cuya conceptualización resulta sumamente innovadora comparándola con los sistemas que existen actualmente en el mercado. Los sistemas actuales se basan en barras mecánicas o señales analógicas, la innovación que aporta este mando es la utilización de señales digitales multiplexadas enviadas a los servos por medio de una ecu. También es de fácil accionamiento y diseño ergonómico, menos intrusivo que otras soluciones y perfectamente compatible.

Se detectó numerosas dificultades para obtener información sobre las señales de entrada a las unidades de control electrónico que cada fabricante de automóviles utiliza. No se facilita información sobre los códigos de acceso a la centralita del vehículo, ni siquiera para facilitar la adaptación de vehículos a personas discapacitadas. Toda la información al respecto, necesaria para el desarrollo del proyecto se ha tenido que obtener mediante experimentación propia.

La batería del automóvil es suficiente para el funcionamiento del módulo, ya que genera una corriente de 70 Amperios/hora, la corriente que el módulo requiere es apenas de 25 mA y los motores consumen 10A con carga, por lo tanto la intensidad es suficiente para el módulo y para el automóvil, por lo que no se produjeron errores en el control por bajos niveles de voltaje y corriente.

Se realizó un estudio anticipado en algunos modelos de automóviles para tratar de hacer una construcción mecánica tal que pueda ser acoplada en cualquier auto, pero no todos los autos son iguales, así que la colocación del módulo dependerá del automóvil al que se le realice la adaptación.

Al hacer uso de un automóvil real se debió analizar la parte constructiva del mismo ya que de esto depende la colocación de los servo-motores, debido a que su posición

Dependerá del movimiento que van a generar y sobre que esté actuando, la diferencia se da ya que algunos automóviles en especial los nuevos tienen una construcción demasiado compacta en la parte delantera lo que hace imposible cualquier tipo de trabajo.

El factor ergonómico fue muy importante para este proyecto ya que el módulo debe permitir un manejo sencillo para una persona con discapacidad para desplazarse, y es por eso que lo más aconsejable fue colocar el pulsador del embrague en la parte izquierda superior del volante, es decir para ser manejado por la mano izquierda ya que la mano derecha siempre tiene el control sobre la palanca de cambios, con esto se ayuda a generar un movimiento continuo con la mano izquierda.

Se puede concluir que las adaptaciones pueden realizarse en vehículos de cualquier marca ya sea nacional, importado, nuevo o usado, luego de su respectivo análisis técnico y de acuerdo a las disposiciones de la nueva Ley de Tránsito que permitan alcanzar la autonomía total en el vehículo de una persona con discapacidad para desplazarse.

## **6.2 Recomendaciones**

Presentar mediante este proyecto futuras líneas de trabajo muy interesantes. Es importante hacer todas las pruebas de funcionamiento recomendadas anteriormente con el vehículo en neutro antes de ponerlo a circular, para así garantizar la integridad física de quien conduce y de los peatones.

Representar mediante este proyecto en si la necesidad de una persona con discapacidad para obtener un medio de locomoción confiable, seguro y a bajo costo, que además pueda ser implementado en un vehículo usado que puede ser utilizado también por una persona que no tenga discapacidad.

Tener siempre en cuenta que si el vehículo va a ser conducido por una persona sin discapacidad es importante desactivar el sistema por medio de un pulsador que está ubicado en la parte inferior izquierda del tablero.

Estimar y tener en cuenta que este proyecto se realizó pensando en servir a una parte de la sociedad, que ha sido históricamente relegada por no poder moverse, ya que para cualquier persona la inmovilidad Representa el aislamiento dentro del medio en que vivimos, y si la ayuda que este proyecto pueda brindar está al alcance de las personas por ser de bajo costo, entonces se puede decir que se ha cumplido con uno de los objetivos planteados al iniciar el proyecto que es servir a la sociedad.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONSO, J....M. 2002.** *Técnicas del Automóvil*. Barcelona : Editorial Thomson Paraninfo 10 ma Edición, 2002.
- ARC, Adaptaciones Vehículos. 2012.** *Adaptaciones del vehículo vol1*. Arc-soluciones.com/category/productos2012. [Citado el: 07 de Octubre de 2013.]
- BATURONE, Aníbal. 2011.** *Dispositivos para la movilidad*. [Citado el: 11 de Octubre de 2012.] [http://cfievalladolid2.net/tecno/ctrl\\_rob/robótica/portada.html](http://cfievalladolid2.net/tecno/ctrl_rob/robótica/portada.html).
- CARRERA, Xavier. 2001.** "Determinación experimental de las cargas existentes sobre la estructura de un volante en un automóvil". Málaga : KS, 2001.
- CEAC. 2002.** *Embrague hidráulico*. Barcelona : Grupo Editorial Ceac, 2002.
- Constitución de la república del Ecuador, Conadis. 1992.** *Leyes sobre discapacidades*. Quito : s.n., 1992.
- IBRAHIM, D. 2008.** *Programación de microcontroladores*. Barcelona : Marcombo 3ra ed., 2008.
- LIENDRO, Carlos. 2010.** *Artículo sobre la discapacidad*. [Citado el: 10 de Junio de 2012.] <http://areainjuriaydefensa.files.wordpress.com/2013/04/discapacidad-y-sociedad.pdf>.
- GIGAHZ, ARTÍCULO. 2012.** *Catálogos futaba de servomotores*. [En línea] 2012. [Citado el: 11 de Diciembre de 2012.]
- PICOTECH, ARTÍCULO. 2011.** *Prontuario productora electrónica*. [Citado el: 12 de Junio de 2012.]
- PICOTECH, ARTÍCULO. 2011.** *Prontuario productora electrónica*. [Citado el: 10 de Febrero de 2012.]
- Wikipedia. 2012.** *Inyección electrónica del Automóvil*. Documentos técnicos,"Acelerador electrónico", 2012. [Citado el: 10 de Noviembre de 2012.] [http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea\\_de\\_base\\_\(investigaci%C3%B3n\\_cient%C3%ADfica\)](http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_de_base_(investigaci%C3%B3n_cient%C3%ADfica)).
- Wikipedia. 2011.** *Taller automotriz del Automóvil vol2*. [Citado el: 11 de Enero de 2012.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemasdefreno.html>.
- Wikipedia. 2011.** *Taller automotriz del Automóvil vol1*. [Citado el: 23 de Mayo de 2012.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Sistemasdeembrague.html>.
- Wikipedia. 2011.** *Electrónica automotriz*. Ptc., 11 de Junio de 2011. <http://es.wikipedia.org/wiki/potenciometro.html>.
- Wikipedia. 2013.** *Electrónica automotriz y digital*. [Citado el: 14 de Enero de 2013.] [http://es.wikipedia.org/wiki/conector\\_ldc#cite\\_note-2.html](http://es.wikipedia.org/wiki/conector_ldc#cite_note-2.html).
- Wikipedia. 2013.** *Máquinas eléctricas*. [Citado el: 5 de Agosto de 2013.] <http://es.wikipedia.org/wiki/servomotor/aplicaciones.html>.