



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO

AUTOMOTRÍZ

TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO

AUTOMOTRÍZ

**TEMA: “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA ELECTRÓNICO DE AYUDA EN EL MANEJO PARA
PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES (PARAPLEJIA)”**

**AUTORES: MICHILENA MOLINA GABRIEL MARCELO
ESCOBAR LANDÁZURI JUAN ANDRES**

DIRECTOR: ING. IGNACIO BENAVIDES MSC.

IBARRA, MARZO 2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA
UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172363280-6		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MICHILENA MOLINA GABRIEL MARCELO		
DIRECCIÓN:	LA FLORIDA CALLE LOS GIRASOLES Nro 872, IBARRA		
EMAIL:	gmmichilenam@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06) 2630-990	TELÉFONO MÓVIL:	0990555551

DATOS DE CONTACTO 2			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100423224-3		
APELLIDOS Y NOMBRES:	ESCOBAR LANDÁZURI JUAN ANDRES		
DIRECCIÓN:	CALIXTO MIRANDA 4-50 Y, MIGUEL LEORO, IBARRA		
EMAIL:	jaescobarl@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	(06)2610123	TELÉFONO	0998208065

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE AYUDA EN EL MANEJO PARA PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES (PARAPLEJIA)
AUTORES:	MICHILENA MOLINA GABRIEL MARCELO ESCOBAR LANDÁZURI JUAN ANDRES
FECHA: AAAA/MM/DD	2017/10/02
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRÍZ
ASESOR /DIRECTOR:	ING. IGNACIO BENAVIDES MSC.

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD


Nosotros, **MICHILENA MOLINA GABRIEL MARCELO**, con cédula de identidad Nro. **172363280-6**, y, **ESCOBAR LANDÁZURI JUAN ANDRES** con cédula de identidad Nro. **100423224-3** en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

CONSTANCIAS

Loa autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 14 días del mes de marzo del 2018.

LOS AUTORES:

Firma: 

Nombre: Gabriel Marcelo Michilena Molina

Cédula: 172363280-6

Firma: 

Nombre: Juan Andres Escobar Landázuri

Cédula: 100423224-3



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

Nosotros, **MICHILENA MOLINA GABRIEL MARCELO**, con cédula de identidad Nro. **172363280-6**, y, **ESCOBAR LANDAZURI JUAN ANDRES** con cédula de identidad Nro. **100423224-3**, manifestamos nuestra voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE AYUDA EN EL MANEJO PARA PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES (PARAPLEJIA)”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRÍZ** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 14 días del mes de marzo del 2018.

Firma: 

Nombre: Gabriel Marcelo Michilena Molina

Cédula: 172363280-6

Firma: 

Nombre: Juan Andres Escobar Landázuri

Cédula: 100423224-3

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es “DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE AYUDA EN EL MANEJO PARA PERSONAS CON CAPACIDADES ESPECIALES (PARAPLEJIA)” presentado por los señores: MICHILENA MOLINA GABRIEL MARCELO con número de cédula 172363280-6, y, ESCOBAR LANDÁZURI JUAN ANDRES con número de cédula 100423224-3, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

Atentamente:



ING. IGNACIO BENAVIDES MSC.
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

Dedico este proyecto en esencia a Dios que me ha regalado vida y me ha permitido hacer realidad uno de los anhelos de mi corazón, a mis hijos Aron Michilena y Eitan Michilena quienes han sido mi fortaleza he impulso para seguir recorriendo este camino, a mi madre Irlanda Molina Zambrano quien siempre ha estado ahí para mí y de quien nunca me falto un consejo, y a mi padre Nelson Efrén Michilena Valencia que es un hombre al cual admiro grandemente por su fuerza, su carácter, a quien he visto luchar diariamente como a nadie, son ellos quienes han sido un gran ejemplo para mí y sé que junto conmigo sienten la misma alegría.



Gabriel Michilena M.

DEDICATORIA

Quiero empezar dedicando este proyecto de titulación a Dios que me ha dado la fortaleza, dedicación y serenidad para poder llevar a cabo todo lo que me he planteado en el transcurso de mi vida universitaria.

A mis padres Lucia Landázuri y Francisco Escobar que han sido mi motor vital para superarme día a día.

A mi familia que a aportado ya sea con un granito de arena y con su apoyo incondicional en cualquier momento.



Juan Escobar L.

AGRADECIMIENTO

Agradezco grandemente a Dios que es quien está siempre ha estado conmigo y siempre estará cuidando de que todo lo que emprenda sea fructífero y ha sido quien ha puesto en mi camino a mis docentes quienes han sabido orientarme y guiarme de manera firme y a la vez muy comprensivos siempre a quienes les agradezco mucho haberme acompañado en todo este proceso de mi formación profesional, y a mis padres porque sin ellos no habría sido posible este éxito.



Gabriel Michilena M.

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a la Universidad Técnica del Norte como institución por darme la oportunidad para llegar a ser un profesional no solo en el área laboral sino también en la vida.

Un agradecimiento muy caluroso a nuestro director de trabajo de grado que más que un docente lo considero un amigo quien compartió sus conocimientos y sabiduría.

A mis amigos y compañeros con los que he compartido gratas experiencias dentro y fuera de la casona universitaria.



Juan Escobar L.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	i
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iii
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	iv
DEDICATORIA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xviii
RESUMEN.....	xix
SUMMARY	xx
INTRODUCCIÓN.....	xxi
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.4. Delimitación Temporal y Espacial.....	2
1.4.1. Temporal.....	2
1.4.2. Espacial.....	2
1.5. Objetivos.....	2
1.5.1. Objetivos Generales.....	2
1.5.2. Objetivos Específicos.....	2
1.6. Justificación.....	3
1.6.1. Ley de discapacidades del Ecuador.....	3
1.7. Metodología de la Investigación.....	4
1.7.1. Tipo de investigación.....	4

1.7.1.1. Investigación Bibliográfica.	4
1.7.1.2. Investigación Tecnológica.	4
1.7.1.3. Investigación Experimental.	4
1.7.2. Método.	5
2. MARCO TEÓRICO.	6
2.1. Adaptaciones de vehículos.	6
2.2. Discapacidad.	7
2.3. Discapacidad física.	7
2.4. Monoplejía	8
2.5. Paraplejía	8
2.6. Índice de discapacitados en el Ecuador.	9
2.6.1. Tipo de discapacidad.	9
2.6.2. Grado de discapacidad.	9
2.6.3. Género.	9
2.6.4. Edad.	9
2.7. Requisitos obligatorios para la obtención de licencia tipo F edad 18 años.	11
2.8. Personas facultadas para la importación de vehículos.	12
2.9. Clasificación y tipos de vehículos apropiados para adaptaciones.	12
2.9.1. Versatilidad.	13
2.9.2. Reversibilidad.	13
2.9.3. Funcionalidad.	13
2.9.4. Accionabilidad.	13
2.9.5. Mantenimiento.	13
2.10. Componentes electrónicos.	13
2.10.1. Elementos pasivos.	13
2.10.1.1. Resistencia.	13
2.10.1.2. Condensador.	15
2.10.2. Elementos Activos.	16
2.10.2.1. Regulador de tensión.	16
2.10.3. Arduino Nano.	17
2.10.3.1. Características técnicas del Arduino Nano.	18
2.10.3.2. Direccionamiento de los pines en el Arduino nano.	18

2.10.4. Servomotores.	19
2.10.4.1. Funcionamiento.	20
2.10.4.2. Comunicación angular.	20
2.10.4.3. Los mandos de accionamiento en el diseño electrónico	21
2.10.4.4. Selección del mando de accionamiento	22
2.10.5. Joysticks analógicos	23
2.10.6. Cálculo del posicionamiento del servomotor con respecto a los grados de desplazamiento del joystick	28
2.11. Clases de palancas.	38
2.11.1. Palanca de primer grado.	38
2.11.2. Palanca de segundo grado.	39
2.11.3. Palanca de tercer grado.	39
2.12. Sensor de posición del pedal del acelerador (APP).	40
2.12.1. Datos de los pines	41
2.12.1.1. Onda característica.	41
2.12.2. Cuerpo de aceleración electrónico.	42
2.12.3. Sistema de frenos.	42
2.12.3.1. Clasificación de los sistemas de frenos.	43
2.12.3.2. Sistema de frenos antibloqueo ABS.	44
2.13. Sistema de transmisión Automática.	45
2.13.1. Sistema de transmisión variable continua CVT	45
2.14. Especificaciones y propiedades mecánicas del acero A 36.	45
2.15. Suelda Autógena (Oxiacetilénica/oxicarburante)	46
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	48
3.1. Cálculo del torque en los pedales.	48
3.1.1. Cálculo del torque en el pedal del freno.	48
3.1.2. Cálculo del torque en el pedal del acelerador.	49
3.2. Selección del servomotor.	50
3.2.1. Servomotor HS-755HB	50
3.2.2. Servomotor HS-815BB	51
3.3. Diseño de la placa electrónica de control.	52
3.3.1. Denominación de bornes del servomotor HS-755HB	53

3.3.2. Esquema de conexión de las palancas de mando (Joysticks).	54
3.3.3. Vista previa del circuito en el software Proteus.	56
3.3.4. Vista previa del circuito en Proteus.	56
3.3.5. Circuitos 3D en Ares.	57
3.3.6. Programación en el Arduino nano.	58
3.3.7. Void Setup.	59
3.3.8. Void Loop.	60
3.4. Construcción	61
3.5. Comprobación de encendido del circuito receptor	68
3.6. Partes del sistema de accionamiento.	68
3.7. Descripción del funcionamiento.	69
3.8. Implementación del sistema de ayuda en el manejo en el vehículo Mitsubishi Lancer.	70
3.9. Análisis de fallas.	71
3.10. Costos.	71
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS	72
4.1. Comprobación del interruptor de mando.	73
4.2. Ventajas del sistema implementado.	74
4.3. Comparación del sistema mecánico con el sistema electrónico.	74
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	77
5.1. CONCLUSIONES.	77
5.2. RECOMENDACIONES.	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXOS	88

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NÚM.	DESCRIPCIÓN	Pág.
2.1	Monoplejía	8
2.2	Paraplejia	9
2.3	Resistencias	14
2.4	Valores comerciales de resistencia	14
2.5	Tipos de condensadores	15
2.6	Regulador de tensión	16
2.7	Identificador de regulador	16
2.8	Arduino nano	17
2.9	Direccionamiento de los pines	18
2.10	Componentes de un servomotor	19
2.11	Constitución de un servomotor	20
2.12	Joystick analógico	23
2.13	Terminales de un joystick	24
2.14	Diagrama de posicionamiento de un joystick	24
2.15	Pulsos PWM para controlar servos	25
2.16	Valor PWM según los grados de desplazamiento del servo	25
2.17	Gráfica del movimiento asignado al joystick analógico	26
2.18	Valor digital del voltaje según los grados del desplazamiento del servo	27
2.19	Valor PWM según los grados de desplazamiento del servo	29
2.20	Valor del voltaje según los grados de desplazamiento del servo	31
2.21	Valor en grados del joystick según los grados de desplazamiento del servo	33
2.22	Valor digital del voltaje del joystick según sus grados de movimiento	36
2.23	Descripción de la palanca	37
2.24	Palanca primer grado.	38
2.25	Palanca segundo grado.	38
2.26	Palanca tercer grado	38
2.27	Sensor APP.	39
2.28	Ondas características.	40
2.29	Cuerpo de aceleración electrónico	40
2.30	Sistema de frenos.	41

2.31	Esquema del sistema ABS	42
2.32	Transmisión automática (CVT)	43
2.33	Soldadura Autógena.	45
3.1	Servomotor HS-755 HB	48
3.2	Servomotor HS-815 BB.	49
3.3	Esquema fuente 1.	50
3.4	Esquema fuente de alimentación.	50
3.5	Esquema servomotores.	51
3.6	Esquema joysticks	52
3.7	Esquema LED's.	52
3.8	Esquema arduino nano.	53
3.9	Vista previa del circuito en Proteus.	54
3.10	Circuito 3D en Ares.	54
3.11	Programación del sistema electrónico.	55
3.12	Programación del sistema electrónico.	56
3.13	Programación del sistema electrónico	57
3.14	Programación del sistema electrónico.	58
3.15	Diagrama del circuito impreso.	58
3.16	Placa de baquelita 10 x 7.5cm.	59
3.17	Placa sumergida en agua.	59
3.18	Taladrado de la placa impresa.	60
3.19	Construcción del sistema electrónico.	60
3.20	Construcción del sistema electrónico.	61
3.21	Resistencias usadas.	61
3.22	Construcción del sistema electrónico	62
3.23	Condensadores usados.	62
3.24	Construcción del sistema electrónico.	63
3.25	.Construcción del sistema electrónico.	63
3.26	Construcción del sistema electrónico.	64
3.27	Construcción del sistema electrónico.	64
3.28	Construcción del sistema electrónico.	65
3.29	Partes del sistema de mando.	65
3.30	Partes del sistema de accionamiento.	66

3.31	Vehículo a implementar el sistema.	67
4.1	Diseño del sistema de ayuda en el manejo	69
4.2	Trayectoria de comprobación del sistema electrónico de manejo.	70
4.3	Sistema mecánico de ayuda en la conducción.	71
4.4	Sistema de palancas mecánico.	72
4.5	Freno y acelerador mecánico.	72
4.6	Perforaciones pedales.	73
AVI.1:	Diagrama de pines Arduino nano.	91
AVII.1:	Diseño del sistema electrónico de manejo (Anexo 2,4,8,9)	92
AVII.2:	Diseño de los acoples del sistema (Anexo 2,4,6,8,9)	92
AVII.3:	Diseño de la palanca de freno de emergencia (Anexo 7)	93
AVII.4:	Diseño de los mandos de control (Anexo 5)	93
AVII.5:	Sujeción de palanca de freno de emergencia (Anexo 5,7)	94
AVII.6:	Diseño completo del sistema de manejo (Anexo 1)	94
AVII.7:	Vista lateral del sistema (Anexo 1)	95
AVII.8:	Vista frontal del sistema (Anexo 1,2,3,4,6,8,9)	95
AVIII.1:	Vehículo con sistema electrónico de manejo	96
AVIII.2:	Vista posterior del vehículo instalado el sistema	96
AIX.1:	Diseño del sistema	98
AIX.2:	Modulo electrónica vista frontal	98
AIX.3:	Módulo electrónico vista superior	99

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NÚM.	DESCRIPCIÓN	Pág.
2.1	Adaptaciones que puede implementarse en un vehículo.	6
2.2	Representación de discapacitados en el Ecuador	10
2.3	Categoría de licencias	11
2.4	Características de los vehículos M y N	14
2.5	Modelos de reguladores de tensión positiva	16
2.6	Modelos de reguladores de tensión negativa	17
2.7	Características técnicas del Arduino Nano	18
2.8	Descripción de cada pin	19
2.9	Elección de mando de accionamiento	22
2.10	Valor PWM según los grados de desplazamiento del servo	26
2.11	Valor digital del voltaje según los grados de desplazamiento del servo	27
2.12	Valor PWM según los grados de desplazamiento del servo	29
2.13	Valor del voltaje según los grados de desplazamiento del servo	31
2.14	Valor en grados del joystick según los grados de desplazamiento del servo	34
2.15	Valor digital del voltaje del joystick según los grados de movimiento	36
2.16	Propiedades del acero A36	44
3.1	Selección del servomotor	48
3.2	Costos	68

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO NUM	DESCRIPCIÓN	Pág.
1	Glosario de términos.	86
2	Políticas generales del consejo nacional de discapacidades	87
3	Políticas para discapacidades en el sector de bienestar social	88
4	Políticas para discapacidades en el sector de trabajo	89
5	Normas técnicas ecuatorianas de accesibilidad de las personas al medio físico	90
6	Diagrama de pines Arduino Nano	91
7	Diseño del sistema a implementar	92
8	Vehículo en el cual se realizaron las pruebas de funcionamiento	96
9	Manual del usuario	97
10	Mantenimiento preventivo	100
11	Advertencias	101
12	Acople aleta	102
13	Acople en V	103
14	Aleta servomotor	104
15	Base palanca	105
16	Ensamblaje rótula	106
17	Base de los servomotores	107
18	Servomotor Hitec HS-755HB	108
19	Freno de emergencia	109
20	Plano conjunto	110

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN NUM	DESCRIPCIÓN	Pág.
[2.1]	Ecuación para el cálculo de la pendiente	28
[2.2]	Ecuación para el cálculo de la recta	28
[3.1]	Ecuación para el cálculo del torque 1	46
[3.2]	Ecuación para el cálculo del torque 2	46

RESUMEN

Este proyecto tiene como finalidad el diseño, construcción e implementación de un sistema electrónico de ayuda en el manejo para personas con capacidades especiales (paraplejia), la cual hace referencia a la falta de movilidad en las extremidades inferiores. Con la implementación del mencionado sistema de manejo, se podrá mejorar significativamente el estilo de vida y oportunidades de desarrollo en la vida cotidiana de este grupo de personas, además de transportarse de forma autónoma y segura. Para el diseño y construcción del sistema se tomó en consideración las necesidades y requerimientos de este grupo de personas para poder conducir un automóvil, dicho sistema está equipado por una placa electrónica, la cual gestiona las señales recibidas de las palancas selectoras (joysticks), las cuales son operadas manualmente por el conductor, la señal se transmite a los servomotores, los cuales generan un movimiento angular y por medio de sistemas mecánicos será transformado a movimiento lineal proporcionando un torque de $13.2 \text{ kg} \cdot \text{cm}$, fuerza necesaria que se requiere para el accionamiento del freno y acelerador, estos elementos son controlados de acuerdo a la voluntad y las necesidades del conductor, haciendo de esta actividad una tarea más cómoda y sencilla. El mencionado sistema será implementado en vehículos tipo sedán con características N1 y M1 equipados con transmisión automática, los cuales deben cumplir con un peso bruto vehicular (PBV) máximo de 3.5 toneladas, dichos vehículos son facultados por la ley, para ser modificados, calificados y conducidos por personas con discapacidad. Cabe recalcar que el sistema de ayuda de conducción se caracteriza por ser confiable y fácil de operar, el sistema está compuesto por elementos electrónicos de alta calidad y disponibles en el mercado nacional, al igual que los sistemas mecánicos, como ventaja principal del mencionado sistema, es su facilidad en la adaptación y desmontaje en los diferentes vehículos.

SUMMARY

This project aims at the design, construction and implementation of an electronic system of assistance in the management for people with special capacities (paraplegia), which refers to the lack of mobility in the lower extremities. With the implementation of the management system, it will be possible to significantly improve the lifestyle and development opportunities in the daily life of this group of people, as well as being transported independently and safely. For the design and construction of the system, the needs and requirements of this group of people were taken into consideration in order to drive a car, this system is equipped with an electronic board, which manages the signals received from the levers selectors (joysticks), which are operated manually by the driver, the signal is transmitted to the servomotors, which generate an angular movement and by means of mechanical systems will be transformed to a linear motion providing a torque of $13.2 \text{ kg} \cdot \text{cm}$, necessary force that is required for actuation of the brake and accelerator, these elements are controlled according to the will and the needs of the driver, making this activity a task easier and more comfortable. The mentioned system will be implemented in vehicles type sedan with characteristics N1 and M1 equipped with automatic transmission, which must meet a weight of 3.5 ton maximum (PBV), the above-mentioned vehicles are authorized by the law, to be modified, qualified and led by the persons with disability. It should be emphasized that the driving aid system is characterized by being reliable and easy to operate, the system consists of high quality electronic elements that are available in the national market, as well as mechanical systems. The main advantage of the system, is its ease in the adaptation and dismantling in the different vehicles.

INTRODUCCIÓN

Según el Consejo Nacional de Discapacidad (CONADIS) establece que en el Ecuador hay un total de 869 personas con discapacidad física (paraplejía), el presente proyecto tiene como objetivo realizar un trabajo de investigación y ejecución de un sistema que facilite la conducción y movilidad segura de un vehículo destinado para personas con discapacidad en sus extremidades inferiores (paraplejía).

El presente proyecto hace referencia a los materiales eléctricos, electrónicos y mecánicos que intervienen en el sistema de ayuda en la conducción, así como sus características técnicas, además se especifican sus propiedades y funcionamiento para obtener un mejor resultado al momento de utilizarlos.

Una vez analizado dos alternativas de servomotores mediante una tabla de selección, se procede a realizar los cálculos matemáticos adecuados para determinar el torque requerido para accionar los pedales del freno y acelerador, obteniendo como resultado la selección del servomotor Hitec HS 755-HB.

Se procede a realizar el diseño de la placa electrónica mediante el software Proteus, el mismo que involucra el posicionamiento, conexión y la simulación de los diferentes componentes electrónicos para el comando de los servomotores mediante palancas de accionamiento (joysticks), una vez ensamblado el sistema electrónico se procede a la implementación en el vehículo. Se ejecutan adaptaciones mecánicas con la finalidad de transformar el movimiento angular del servomotor a un movimiento lineal en los pedales de freno y acelerador.

Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento a una velocidad de 50km/h y una duración de 5 horas en tráfico moderado se determinó, que el sistema electrónico no sufre alteraciones de temperatura en sus componentes, en cuanto a las adaptaciones mecánicas, éstas se acoplan y desacoplan de manera efectiva sin generar problema alguno.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1. Antecedentes.

Juan Dols reconocido experto en la materia señaló que no se debe hablar de conductor minusválido, puesto que un conductor discapacitado tiene hoy suficientes recursos técnicos para que su discapacidad no origine una desventaja en el uso del vehículo (Ruiz, 2008).

En España, la Universidad Politécnica de Valencia conjuntamente con Fiat en enero del 2008 realizaron estudios con adaptaciones directamente a los pedales, (sistemas de palancas), estos mandos son capaces de manipular el freno y acelerador de un vehículo, pero el conductor debe soltar el volante para hacerlo, posteriormente se realizaron pruebas con tráfico real, también en la misma ciudad, se hicieron investigaciones con sistemas infrarrojos que del mismo modo no son totalmente viables porque no brindan las seguridades necesarias, y es así que en la actualidad existen diferentes tipos de sistemas electrónicos de manejo para personas con discapacidad; lamentablemente en Latinoamérica estos sistemas son muy escasos, ya que la mayoría provienen de países desarrollados como Estados Unidos, Alemania y España (López & Gonzales, 2001).

Una de las empresas emprendedoras en la movilidad de las personas discapacitadas en el país es MARESA, ya que ofrece vehículos adaptados desde su fabricación bajo la marca Maresa Mobility, la empresa ensambladora e importadora de autos lanzó el 6 de noviembre del 2014 una nueva línea de vehículos adaptados para personas con paraplejia, el programa tiene como objetivo la inclusión en la conducción de autos de personas que no pueden utilizar alguna de sus extremidades. En esta línea se han realizado nueve distintos tipos de adaptaciones para personas con discapacidad en el modelo Fiat Palio Essence 1600 cm^3 , vehículo importado desde Brasil (Pulupa, 2017).

Kenguru es un vehículo especial para personas discapacitadas, desarrollo por Istlan Kissaroslak un emprendedor húngaro. Kenguru es un pequeño vehículo eléctrico sin sillas, cuenta con una puerta trasera y una rampa que permite a la persona acceder fácilmente en su silla de ruedas e integra el acelerador y el freno en un manubrio, como las motocicletas, dicho vehículo puede alcanzar velocidades de 40 km/h y 72 km/h. el pequeño vehículo está diseñado para que las personas discapacitadas puedan realizar tareas cotidianas, como ir de

compras, al trabajo o al centro comercial, sin depender necesariamente de otra persona (Ortega, 2014).

1.2.Planteamiento del Problema.

Movilizarse de un lugar a otro de forma rápida, eficaz e independiente es un derecho primordial para los 202216 ecuatorianos según el (CONADIS), que poseen alguna discapacidad física, para este gran número de personas dirigirse a su trabajo, al médico o realizar cualquier actividad en lugares distantes es una tarea completamente difícil sin depender de una tercera persona. (CONADIS, 2018)

1.3.Formulación del Problema.

¿Cómo lograr que las personas con paraplejía sean capaces de conducir un vehículo automático, por si solas sin ayuda de una tercera persona, y que de esta manera tengan mayor autonomía al momento de trasladarse de un lugar a otro en un vehículo, realizando esta acción de forma cómoda y con las seguridades necesarias al momento de conducir?

1.4.Delimitación Temporal y Espacial.

1.4.1. Temporal.

Este proyecto se llevó a cabo desde el mes de junio del 2017 hasta el mes de marzo del 2018.

1.4.2. Espacial.

Este proyecto se llevó a cabo en la Universidad Técnica del Norte y en el taller “Mecánica Automotriz DACIA” en la ciudad de Ibarra.

1.5.Objetivos.

1.5.1. Objetivos Generales.

Diseñar e implementar un sistema de ayuda en la conducción para vehículos que poseen transmisiones automáticas especiales para individuos con paraplejía (miembros inferiores).

1.5.2. Objetivos Específicos.

Analizar las necesidades de conducción de una persona con capacidades especiales como paraplejía.

Diseñar un dispositivo de control de tipo electrónico para controlar tanto el acelerador y el freno.

Implementar el sistema de ayuda de manejo en un vehículo Mitsubishi Lancer sin alterar componentes internos.

1.6. Justificación.

Con la implementación de un sistema de ayuda de manejo para personas con paraplejia se espera contribuir a la movilidad independiente así, como la seguridad y ergonomía de este grupo de personas al momento de conducir un vehículo.

Para miles de personas registradas en el Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS) las leyes y la constitución le garantiza al acceso a la importación de vehículos ortopédicos o automáticos de hasta 25.000 dólares y tres años de antigüedad con exoneración de impuestos (Caizaluisa & Chillogallo, 2012).

Las personas con tipo de movilidad reducida tienen más ventajas con vehículos en los países desarrollados, siendo estos exclusivos de un alto valor adquisitivo, observando así que este sector es vulnerable de la sociedad, es así que el diseño y ejecución de este tipo está acorde al perfil del Ingeniero Automotriz, el cual debe verificar los tipos de tecnologías que deben implementar e innovar para adaptar a vehículos generando solución de problemas y creando oportunidades de vida nueva para la movilidad de personas discapacitadas, el propósito es generar comodidad y accesibilidad para este tipo de ayuda de manejo (Pulupa, 2017).

1.6.1. Ley de discapacidades del Ecuador.

La ley de discapacidades protege a las personas con discapacidad en general, establece un sistema de prevención, atención, integración de personas con discapacidad, garantizando así su desarrollo, la ley de discapacidades a través de sus organismos del estado garantiza el pleno ejercicio de los derechos de la constitución mediante las siguientes acciones descritas en el apartado de integración social literal *f* (Plan Nacional del Buen Vivir, 2018).

Literal *f*, concesión de subsidios para acceder a: servicios de salud, vivienda, asistencia técnica y provisión de ayudas técnicas y tecnológicas, a través de los organismos públicos y privados responsables de las áreas indicadas (Plan Nacional del Buen Vivir, 2018).

En base al literal *f* de la ley de discapacidades, fue creado este sistema de ayuda en la conducción para personas con discapacidades (paraplejia) contribuyendo de esta manera a los objetivos del buen vivir.

Según el Plan Nacional de buen Vivir el objetivo número 2 menciona auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social y territorial en la diversidad, es decir el reconocimiento igualitario de los derechos de todos los individuos la cual implica la consolidación de políticas de igualdad que eviten la exclusión y fomenten la convivencia social y política, logrando una vida digna, con acceso a salud, educación, protección social y atención especializada.

1.7. Metodología de la Investigación.

1.7.1. Tipo de investigación.

En el presente proyecto, se utilizaron metodologías de investigación, bibliográfica y experimental.

1.7.1.1. Investigación Bibliográfica.

La investigación bibliográfica fue basada directamente en libros, documentos de la web, revistas, artículos científicos, tesis. Los temas con mayor relevancia fueron:

- Tipos de discapacidad.
- Índice de discapacidad física en el Ecuador.
- Elementos electrónicos que interviene en un sistema de ayuda en el manejo.

1.7.1.2. Investigación Tecnológica.

Para el avance del tema de grado fue prescindible la utilización de páginas web, artículos científicos, los cuales fueron de gran ayuda para una mejor investigación, estos son:

- Biblioteca Virtual (IEEE)
- ResearchGate.
- Science Direct.

1.7.1.3. Investigación Experimental.

En este tipo de investigación se ejecutó diferentes modelos de sistemas de ayuda en el manejo.

1.7.2. Método.

Para la realización del proyecto se utilizaron varios métodos prácticos que son:

- Diseño del sistema a implementarse en el vehículo.
- Construcción de elementos mecánicos.
- Pruebas de funcionamiento del sistema de ayuda en el manejo.

CAPÍTULO II

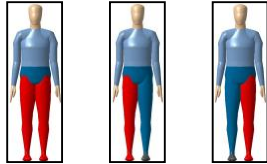
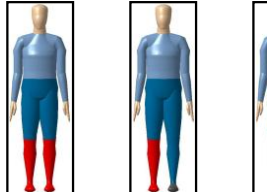
2. MARCO TEÓRICO.

2.1. Adaptaciones de vehículos.

Las adaptaciones que se proponen para la conducción de vehículos para conductores discapacitados van a consistir en modificaciones de los mandos básicos para el gobierno de los vehículos a motor, como forma de compensar el déficit físico que tienen este tipo de conductores. A estas modificaciones se les exige que tengan un mínimo grado de comodidad para no dificultar la conducción, pero son exigentes a la hora de proveer un dispositivo que tiene que conseguir una conducción segura y ágil, procurando además que la adaptación del conductor al manejo de estas modificaciones sea fácil en comprensión y destreza (Perez, 2001, pág. (Pg. 37)).

Según el Instituto de Investigaciones del Automóvil (INSIA), las adaptaciones necesarias en un vehículo en base a la discapacidad de la persona son:

Tabla 2.1 Adaptaciones que puede implementarse en un vehículo.

TIPO DE DISCAPACIDAD	ADAPTACIONES
	<ul style="list-style-type: none"> • Caja de cambio automática o servoembrague con control manual, semiautomático o automatizado o embrague manual • Eventual adaptación del asiento en caso de artrodesis o anquilosis • Acelerador en el volante (SOLO PÉRDIDA DE MIEMBRO DERECHO O AMBOS) • Freno de servicio manual, preferentemente bloqueante, (SOLO PÉRDIDA DE MIEMBRO DERECHO O AMBOS) • Acelerador al pie izquierdo. Dicho pedal y el del embrague, cuyo lugar ocupa (SOLO PÉRDIDA DE MIEMBRO DERECHO)
	<ul style="list-style-type: none"> • Caja de cambio automática o servoembrague con control manual, semiautomático o automatizado o embrague manual • Acelerador al pie izquierdo. Dicho pedal y el embrague cuyo lugar ocupa, (SOLO PÉRDIDA DE MIEMBRO DERECHO) • Acelerador en el volante (SOLO PÉRDIDA DE AMBOS MIEMBROS) • Servofreno o freno de servicio manual, preferentemente bloqueante (SOLO PÉRDIDA DE AMBOS MIEMBROS)

Fuente: (Corral & etal, 2006, pág. (Pg. 4)).

Las adaptaciones más comunes en los vehículos son:

- Adaptación del volante de la dirección.
- Adaptación al pedal del freno.
- Adaptación al pedal del acelerador.
- Adaptación de la palanca de estacionamiento (Corral & etal, 2006).

2.2. Discapacidad.

La discapacidad también llamada incapacidad es una condición de algunas personas que presentan alguna deficiencia en diferentes aspectos, ya sea física, mental o intelectual por lo que no pueden tener un pleno desenvolvimiento o desarrollo tan rápido o fácil como lo podría hacer una persona sin este tipo de deficiencia (Roca, 2013 (Pg. 07)).

La discapacidad, es una restricción o impedimento en la capacidad de realizar alguna actividad, bajo el parámetro de lo que es normal para un ser humano.

Es una consecuencia o situación, con diferentes factores causales, habiendo, por lo tanto, distintos tipos de discapacidad, como personas que sufren algún déficit de condición ya pueden ser en la parte física, intelectual o mental. Afectándoles interactuar de una manera normal con las demás personas (Pulupa, 2017, pág. (Pg.19)).

2.3. Discapacidad física.

Es aquella situación o estado en que se da una circunstancia que impide o dificulta en gran medida, que la persona que la padece pueda moverse con libertad y de un modo en el que tenga plena funcionalidad. Este tipo de discapacidad afecta al aparato locomotor, siendo especialmente visible en el caso de las extremidades, si bien pueda afectar de manera que la musculatura esquelética no pueda ser movida de manera voluntaria (Castillero, 2017).

Las limitaciones presentes en las personas con discapacidad física hacen que tengan una vida normal, a menos que gocen de determinadas ayudas externas. Estas limitaciones pueden ser permanentes o temporales, según sea tratada la deficiencia que las provoca o se otorguen las suficientes ayudas como para que no haya una reducción de la funcionalidad (Castillero, 2017).

2.4. Monoplejía

Es la parálisis de un miembro individual, músculo o grupo muscular (un brazo o pierna). La monoplejía consiste en la debilidad motora que afecta a una extremidad, ésta puede ser completa o parcial (Freire, 2017).

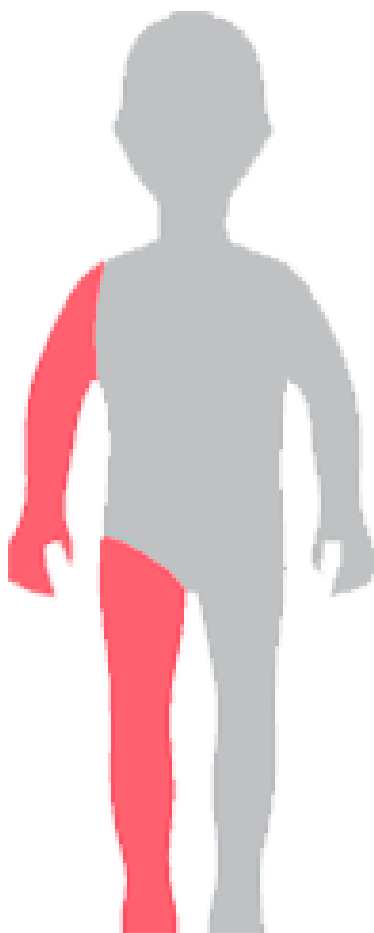


Figura 2.1: Monoplejía

Fuente: (Freire, 2017 , pág. 1)

2.5. Paraplejia

Es el impedimento en la función motora o sensorial de las extremidades inferiores por lo general, el resultado de la lesión de la médula espinal o congénita. Si bien algunas personas con paraplejia pueden caminar hasta cierto punto, muchos dependen de sillas de ruedas u otras medidas de apoyo. Dependiendo del nivel y la extensión del daño espinal, personas con paraplejia pueden experimentar algunos, o la pérdida de la sensibilidad en las extremidades afectadas (Caizaluisa & Chillogallo, 2012, pág. (Pg. 4)).



Figura 2.2: Paraplejia

Fuente: (Ballarín, 2014, pág. 1)

2.6. Índice de discapitados en el Ecuador.

Para determinar el número de personas con discapacidad física en el Ecuador se toma en consideración varios parámetros que se detallan a continuación:

2.6.1. Tipo de discapacidad.

Se consideró el tipo de discapacidad física en la cual se encuentran involucradas tanto la paraplejia como la monoplejía.

2.6.2. Grado de discapacidad.

Tomando en consideración que el porcentaje mínimo para que una persona pueda ser declarada con discapacidad es del 30%.

2.6.3. Género.

Se tomó en consideración los sexos masculinos, femeninos y GLBTI.

2.6.4. Edad.

Se establece una edad de entre 18 años y 65 años para poder adquirir la licencia de conducir tipo (F) según la agencia nacional de tránsito.

Como se puede apreciar en la Tabla 2.2 se detalla el porcentaje de discapacidad física por provincias.

Tabla 2.2: Representación de discapacitados en el Ecuador.

PROVINCIA	DISCAPACIDAD	REPRESENTACIÓN	NÚMERO DE PERSONAS	PERSONAS CON PARAPLEJIA
Esmeraldas	Física	3.28%	3528	17
Carchi	Física	0.85%	914	4
Imbabura	Física	2.55%	2740	13
Sucumbíos	Física	1.13%	1213	5
Pichincha	Física	16.18%	17416	82
Napo	Física	0.81%	870	4
Orellana	Física	1.75%	1889	8
Cotopaxi	Física	2.15%	2315	10
Chimborazo	Física	2.51%	2705	12
Pastaza	Física	0.58%	629	2
Tungurahua	Física	2.25%	2422	11
Manabí	Física	10.90%	11736	55
Santo Domingo	Física	2.96%	3181	15
Guayas	Física	100%	28784	509
Los Ríos	Física	4.90%	21220	24
Santa Elena	Física	2.20%	9537	11
Bolívar	Física	1.51%	6561	7
Galápagos	Física	0.12%	530	1
Azuay	Física	6.27%	6745	31
Cañar	Física	1.42%	1528	7
Morona Santiago	Física	1.06%	1143	5
El Oro	Física	4.17%	4492	21
Loja	Física	2.42%	2604	12
Zamora Chinchiipe	Física	0.75%	804	3
TOTAL				869

Fuente: (CONADIS, 2018)




Como se puede apreciar en la Tabla 2.2 se puede apreciar que en las provincias de Guayas y Pichincha tienen un alto índice de discapacidad física (paraplejía) en el Ecuador.

Según la agencia nacional de tránsito (ANT), las personas idóneas para conducir un vehículo con estos sistemas de adaptación se deberán someter a un proceso de aprendizaje en las escuelas de conducción asignadas por la ANT obteniendo así, la licencia tipo (F) la cual faculta para conducir este tipo de vehículos.

2.7. Requisitos obligatorios para la obtención de licencia tipo (F) edad 18 años.

- Cédula de ciudadanía.
- Dos fotos tamaño carné a color y actualizadas.
- Carné del tipo de sangre (Cruz Roja Policía Nacional, o algún Centro de Salud y en el caso de que quizá no existe ninguno de estos lugares, se dará validez de un Laboratorio Particular)
- Récord Policial (de no tener antecedentes) Certificado de Votación.
- Título de Conductor no profesional dispuesto por cualquier escuela de conducción aprobada por la Comisión Nacional del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial.
- Autorización de aprendizaje
- Carné de discapacitado dispuesto por el CONADIS.
- Aprobar los exámenes médicos, teórico prácticos y psicotécnicos. Fuente: Agencia Nacional de Transito (Art.27, literal A, numeral 3, del Reglamento a la LOTTTSV)
- Mediante la exoneración de impuestos a la cual tienen acceso las personas con capacidades especiales (paraplejia), aproximadamente 1500 de ellas en el año 2010 optaron por importar vehículos nuevos, estos necesitaron diferentes tipos de adaptaciones, según las necesidades de cada persona. (CONADIS, Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades, 2017, (Pg. 12)).

Tabla 2.3: Categoría de licencias.

CATEGORÍA DE LICENCIAS			
	TIPO	CARACTERISTICAS	VEHÍCULO
NO PROFESIONALES	A	Para conducción de vehículos motorizados como: ciclomotores, motocicletas, tricar, cuadrones.	
	B	Para automóviles y camionetas con acoplados de hasta 1.75 toneladas de carga útil o casas rodantes.	
	F	Para automotores especiales adaptados de acuerdo con la capacidad especial del	

	conductor.	
--	------------	--

Fuente: (Agencia Nacional de Tránsito, 2018, pág. 1).

2.8. Personas facultadas para 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 (CONADIS, 2018).

2.9. Clasificación y tipos de vehículos apropiados para adaptaciones.

El Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), categoriza los vehículos según sus características y diseños que se encuentren circulando en el territorio ecuatoriano, por lo general los vehículos adecuados para adaptaciones son de categoría N1 y M1 como se muestra en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4: Características de los vehículos M y N

Vehículos de motor con al menos cuatro ruedas, diseñados y fabricados para el transporte de pasajeros.		
Categoría	Capacidad (excluida la del conductor)	Masa (máxima)
M₁	Ocho plazas como máximo	-----
M₂	Más de ocho plazas	No supere las 5 toneladas
M₃	Más de ocho plazas	Supera las 5 toneladas
Vehículos de motor con al menos cuatro ruedas, diseñados y fabricados para el transporte de mercaderías.		
Categoría	Masa (máxima)	
N₁	No supere las 3.5 toneladas	
N₂	Superior a 3.5 toneladas y no supere las 12 toneladas	
N₃	Supere las 12 toneladas.	

Fuente: (Merchán & Montalvo, 2010, pág. 12)

En la adaptación de los elementos, tanto mecánicos como electrónicos, deben cumplir con características muy importantes, las cuales garanticen seguridad y fiabilidad al momento de su accionamiento, a continuación, se detalla cada una de sus características.

2.9.1. Versatilidad.

Se debe realizar una instalación, tal que el vehículo pueda ser conducido por la persona con discapacidad, como por otro conductor sin discapacidad.

2.9.2. Reversibilidad.

Las instalaciones no deberán afectar a ningún órgano original del vehículo.

2.9.3. Funcionalidad.

La adaptación del vehículo deberá ser realizada de forma tal que garantice las funciones básicas de la conducción.

2.9.4. Accionabilidad.

La capacidad de la persona discapacitada que le permita accionar los dispositivos de forma precisa y cómoda.

2.9.5. Mantenimiento.

Las instalaciones deberán efectuarse de forma que permitan efectuar normalmente las revisiones periódicas del vehículo (Dols, 2013, pág. (Pg. 12)).

2.10. Componentes electrónicos.

Se denomina componente electrónico a aquel dispositivo que forma parte de un circuito electrónico, se suele encapsular generalmente en un material metálico o plástico, y termina en dos o más terminales o pastillas metálicas. Se diseñan para ser conectados entre ellos mediante soldadura, a un circuito impreso (Guest, 2009, pág. (Pg. 1)).

2.10.1. Elementos pasivos.

Son aquellos componentes de los circuitos que disipan o almacenan energía eléctrica o magnética y constituyen por ello los receptores o cargas de un circuito, y pueden presentar las siguientes propiedades (Gonzales, SlideShare, 2014, pág. (Pg. 1)):

- Disipación de energía eléctrica (resistencia).
- Almacenamiento de energía en campos magnéticos (capacidad).

2.10.1.1. Resistencia.

La resistencia tiene la función principal de resistirse al paso de voltaje a través de su cuerpo, también una determinada cantidad de corriente fluirá a través de ella, esta corriente

depende del voltaje, del tamaño del material y de la conductividad de él, por lo cual se puede decir que las resistencias se emplean para controlar voltaje y corriente en los circuitos electrónicos (ECURED, 2018, pág. (Pg. 1)).

- **Lectura del valor de una resistencia.**

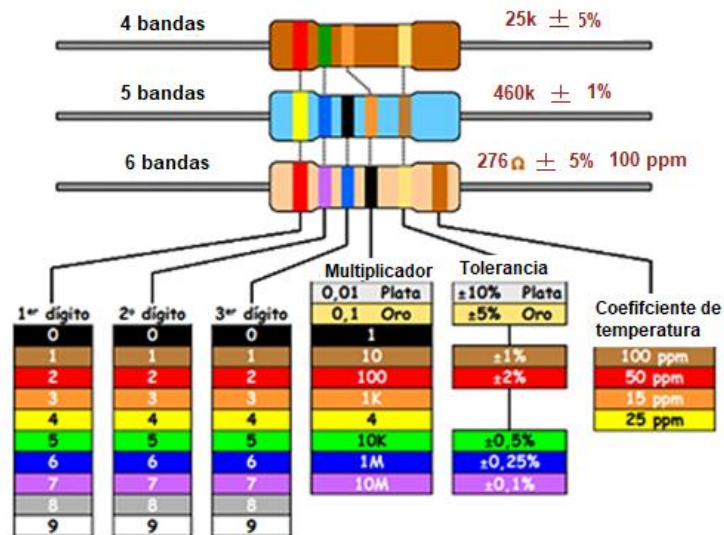


Figura 2.3: Resistencias

Fuente: (Mecatrónica, 2014, pág. 4)

En una resistencia común pueden existir entre 4 y 5 bandas de colores dependiendo del modelo del resistor, con estos datos se determina el valor de la resistencia en Ω y $k\Omega$ y la banda que se ubica del lado opuesto indica la tolerancia de la misma (González, 2013 (Pg. 03)).

- **Valores comerciales de las resistencias.**

x 1	x 10	x 100	x 1.000 (K)	x 10.000 (10K)	x 100.000 (100K)	x 1.000.000 (M)
1 Ω	10 Ω	100 Ω	1 KΩ	10 KΩ	100 KΩ	1 M Ω
1,2 Ω	12 Ω	120 Ω	1K2 Ω	12 KΩ	120 KΩ	1M2 Ω
1,5 Ω	15 Ω	150 Ω	1K5 Ω	15 KΩ	150 KΩ	1M5 Ω
1,8 Ω	18 Ω	180 Ω	1K8 Ω	18 KΩ	180 KΩ	1M8 Ω
2,2 Ω	22 Ω	220 Ω	2K2 Ω	22 KΩ	220 KΩ	2M2 Ω
2,7 Ω	27 Ω	270 Ω	2K7 Ω	27 KΩ	270 KΩ	2M7 Ω
3,3 Ω	33 Ω	330 Ω	3K3 Ω	33 KΩ	330 KΩ	3M3 Ω
3,9 Ω	39 Ω	390 Ω	3K9 Ω	39 KΩ	390 KΩ	3M9 Ω
4,7 Ω	47 Ω	470 Ω	4K7 Ω	47 KΩ	470 KΩ	4M7 Ω
5,1 Ω	51 Ω	510 Ω	5K1 Ω	51 KΩ	510 KΩ	5M1 Ω
5,6 Ω	56 Ω	560 Ω	5K6 Ω	56 KΩ	560 KΩ	5M6 Ω
6,8 Ω	68 Ω	680 Ω	6K8 Ω	68 KΩ	680 KΩ	6M8 Ω
8,2 Ω	82 Ω	820 Ω	8K2 Ω	82 KΩ	820 KΩ	8M2 Ω 10M Ω

Figura 2.4: Valores comerciales de resistencia.

Fuente: (Solver, 2009)

Estos valores corresponden para las resistencias con una tolerancia de 10% o de 5% para resistencias de precisión cuya tolerancia es del 2% (Solver, 2009, pág. (Pg. 1)).

2.10.1.2. Condensador.

El condensador es un componente eléctrico cuya función es la de almacenar carga eléctrica y su aplicación más importante es la de corregir el factor de potencia. El material constructivo del elemento capacitivo depende de su aplicación (RTR Energía, 2012, pág. (Pg. 2)). Como se puede observar en la Figura 2.5, donde indica los tipos de condensadores con sus respectivas descripciones y simbología.




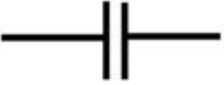
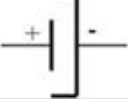

Condensador Cerámico	Condensador Electrolítico	Condensador variable
Se utiliza una lámina plana de material cerámico como dieléctrico cuyas caras se metalizan formando las armaduras. Carecen de polaridad.	Tiene como dieléctrico una fina capa de óxido metálico. Posee polaridad.	Se compone de armaduras móviles que al desplazarse hacen variar la capacidad. El dieléctrico es aire o mica.
		
		

Figura 2.5: Tipos de condensadores

Fuente: (Tecnologías, 2015)

2.10.2. Elementos Activos.

Son dispositivos capaces de generar, modificar o amplificar una señal eléctrica (en forma más general un campo eléctrico) y suministrar potencia a una carga dada (entregan energía), la relación entre la tensión aplicada y la corriente demanda no es lineal (Muñoz & etal, 2014, pág. (Pg. 1)).

2.10.2.1. Regulador de tensión.

Los reguladores lineales de tensión también llamados reguladores de voltaje son circuitos integrados diseñados para entregar un tensión estable y constante, la tensión de corriente que proporcionan es fija, según el modelo y va desde 3.3 Volts hasta 24 Volts y una corriente de 0.1 Amperes a 3 Amperes (Fierro, 2011).

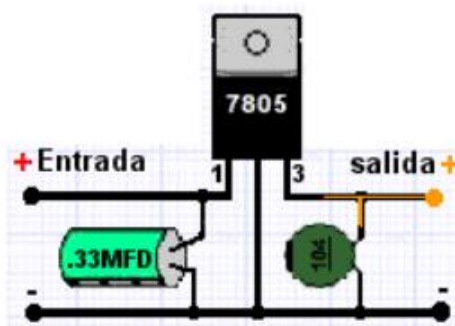


Figura 2.6: Regulador de tensión

Fuente: (Vindas, 2014)

- *Identificación del regulador.*

El regulador consta de 4 cifras, las cuales se detallan a continuación:

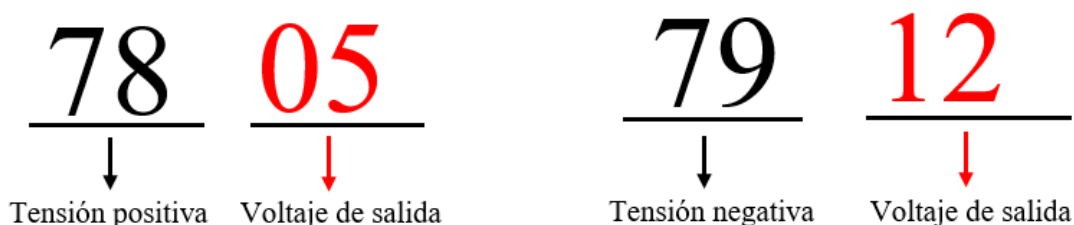


Figura 2.7: Identificador de regulador

Los modelos más comunes, tanto para tensión positiva de salida, como tensión negativa se describen a continuación.

Tabla 2.5: Modelos de reguladores de tensión Positiva

	Modelo	Voltaje de salida
TENSIÓN POSITIVA	7803	3.3 V
	7805	5 V
	7806	6 V
	7808	8 V
	7809	9 V
	7810	10 V
	7812	12 V
	7815	15 V
	7818	18 V
	7824	24 V

Fuente: (Fierro, 2011)

Tabla 2.6: Modelos de reguladores de tensión Negativa

TENSIÓN NEGATIVA	7903	3.3 V
	7905	5 V
	7906	6 V
	7908	8 V
	7909	9 V
	7910	10 V
	7912	12 V
	7915	15 V
	7918	18 V
	7924	24 V

Fuente: (Fierro, 2011)

2.10.3. Arduino Nano.

Arduino es una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware, son flexibles y fáciles de usar, el Arduino nano es un pequeña y completa placa basada en el ATmega 328 (circuito integrado de alto rendimiento) que se usa conectándola a un protoboard, el Arduino nano puede ser alimentado usando un cable USB (Universal Serial Bus), con una fuente externa no regulada de 6 Volt a 20 Volt conectados al Pin 30, o puede ser conectado a una fuente externa regulada de 5 Volt

conectado al Pin 27, la fuente de alimentación es seleccionada automáticamente a aquella con mayor voltaje, el Arduino nano está diseñado de tal manera que permite ser reseteado por el software del computador al que está conectado (Electrónica, 2013).



Figura 2.8: Arduino Nano

Fuente: (Zamora, 2016)

2.10.3.1. Características técnicas del Arduino Nano.

En la siguiente Tabla 2.7 se muestra las diferentes características técnicas que tiene un Arduino Nano.

Tabla 2.7: Características técnicas Arduino Nano

Especificaciones	Valores
Microcontrolador	Atmel ATmega 328
Voltaje de operación	5 V
Voltaje de entrada	7-12 V
Rango máximo y mínimo de voltaje	6-20 V
Entradas/Salidas Digitales Input/Output	14
Canales PWM	6
Entradas analógicas	8
Memoria Flash	32 KB

Fuente: (WorldCam, 2012)

2.10.3.2. Direccionamiento de los pines en el Arduino nano.

En la Figura 2.9 se puede ver todas las entradas y salidas que componen el Arduino nano.

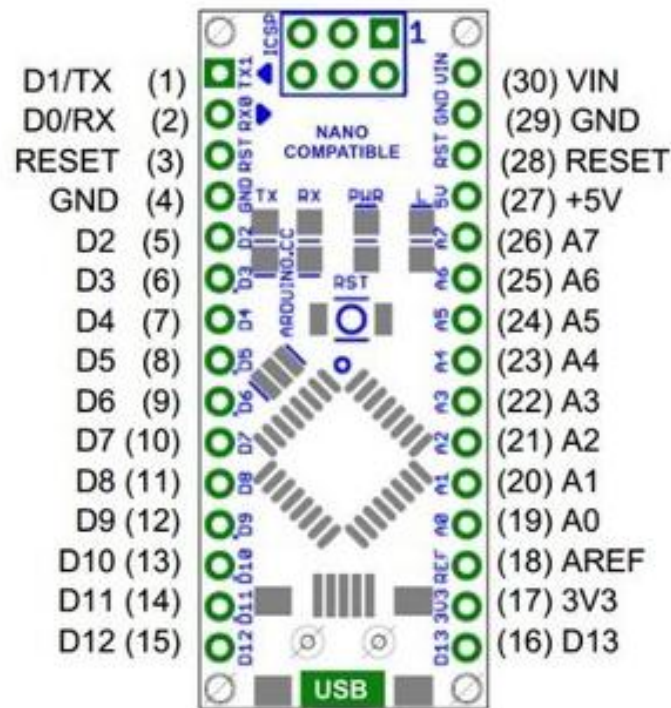


Figura 2.9: Direccionamiento de los pines

Fuente: (Espinoza, 2014, pág. 3)

Tabla 2.8: Descripción de cada pin

No. de Pin	Asignación	Tipo	Descripción
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Entrada/salida digital Puerto 0 a 13
3, 28	Reset	Input	Botón de Reset
4, 29	GND	PWR	Conexión a tierra
17	3.3V	Output	Salida de 3.3V
18	AREF	Input	Voltaje de referencia ADC
19-26	A0-A7	Input	Canales de entradas analógicas
27	5V	Output or Input	Entrada o salida de voltaje 5V
30	Vin	PWR	Voltaje de alimentación

Fuente: (Espinoza, 2014, pág. 3)

2.10.4. Servomotores.

Es un motor que puede poner su eje en una determinada posición a través de una señal eléctrica de control, de esta manera modificando el valor de esta señal el servomotor se puede posicionar en cualquier ángulo en un rango de, 0° a 45°, 0° a 90°, 0° a 180°, 0° a 120°, son especiales para aplicaciones donde se requiera un movimiento de mucha fuerza con precisión en su posicionamiento (Caizaluisa & Chillogallo, 2012, pág. (Pg. 39)).

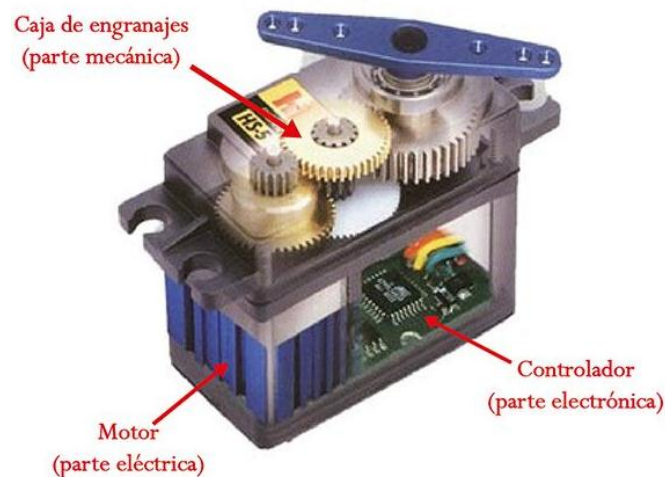


Figura 2.10: Componentes de un servomotor

Fuente: (Garcia, 2016)

2.10.4.1. Funcionamiento.

El motor del servo tiene un circuito de control y un potenciómetro (una resistencia variable), está conectada al eje central del servo motor (mecánicamente ligado), este potenciómetro permite a los circuitos de control, supervisar el ángulo actual del servo motor, si el eje está en el ángulo que no es el correcto, el motor girará en la dirección adecuada hasta llegar al ángulo correcto, el eje del servo es capaz de llegar alrededor de los 180° , en algunos llega a los 210° , pero varía según el fabricante y modelo, un servo normal no es mecánicamente capaz de retornar a su lugar, si hay un mayor peso que el sugerido por las especificaciones del fabricante (Caizaluisa & Chillogallo, 2012, pág. (Pg. 40)).

2.10.4.2. Comunicación angular.

El cable de control se usa para comunicarle al servo el ángulo. Dicho ángulo está determinado por la duración de un pulso, el servo espera ver un pulso cada 20 milisegundos (0.02 segundos), la longitud del pulso determinará los grados que debe girar el motor, en los servos estándares este pulso tiene como valores mínimos y máximos 0.5 ms y 2.5 ms respectivamente, un pulso de 1.5 ms, hará que el motor se ubique en la posición neutral media, por ejemplo, para un servo de 180° , la posición neutral o media es de 90° , siendo los pulsos de 0.5 ms y 2.5 ms respectivamente en los extremos. (Caizaluisa & Chillogallo, 2012, pág. (Pg. 41)).

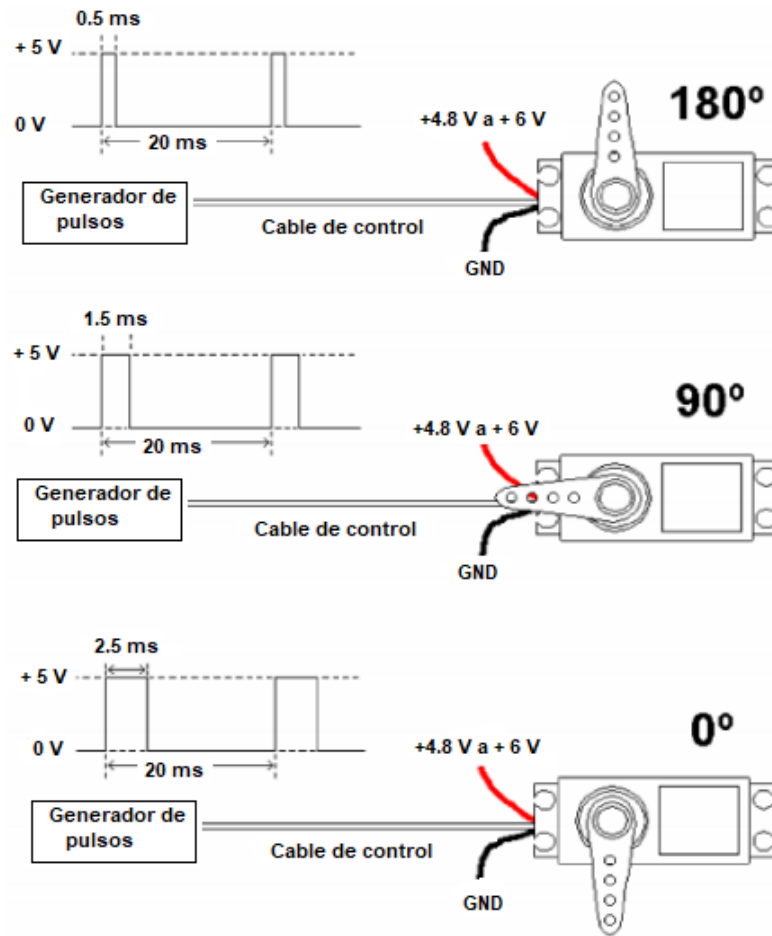


Figura 2.11: Constitución de un servomotor

Fuente: (Caizaluisa & Chillogallo, 2012)

2.10.4.3. Los mandos de accionamiento en el diseño electrónico

Un mando de accionamiento es aquel mecanismo ya sea: pedal, palanca, interruptor, botón. Los cuales se encargan de transmitir información hacia el sistema sobre la fuerza que ejerce la persona. Los mandos de accionamiento deben ser diseñados acorde a las necesidades del usuario, estos mandos deben ser implementados de forma que cualquier área del cuerpo intervenga con el accionamiento. (Prado, 2017 (Pg. 03))

En particular la fuerza necesaria para controlar dichos mandos, tanto como la trayectoria de los movimientos, se toman en cuenta según los límites antropométricos y biomecánicos de la población de posibles usuarios. (Prado, 2017 (Pg. 03))

La posición de los mandos de accionamiento según el estudio y diseño indica que es más ergonómico que estén situados a la altura de los codos del operador, así también que los mandos estén situados a un mismo lado para que el movimiento circular del volante no interfiera al momento de acelerar y frenar. (Prado, 2017 (Pg. 03))

2.10.4.4. Selección del mando de accionamiento

Hay diversos tipos de controles o mandos de accionamiento: botones, palancas, volantes, pedales, pulsadores, conmutadores y dentro de cada uno de éstos podemos encontrar una gran variedad de formas y tamaños. La elección de uno u otro mando depende de la clase de función que se debe realizar. Para ello, es necesario distinguir, en primer lugar, si el accionamiento ha de ser de tipo discreto o de tipo continuo. (Prado, 2017 (Pg. 03))

Los Mandos de accionamiento discreto: también llamados mandos utilizados para momentos concretos; dentro de éstos se pueden requerir tres tipos de funciones:

- **Activación:** Un ejemplo de la función de activación lo tenemos en los interruptores de luz o los de marcha/parada.
- **Selección de estados (de un punto determinado):** Un ejemplo de la función de selección de estados sería una palanca de cambio de velocidades.
- **Entrada de datos:** Un ejemplo de la función de entrada de datos sería un teclado de ordenador.

Los Mandos de accionamiento continuo: dentro de éstos se pueden requerir dos tipos de funciones.

- **Selección continua:** Un ejemplo de la función de selección continua lo constituye el pedal de aceleración de un automóvil.
- **Seguimiento:** Un ejemplo de función de seguimiento lo tenemos en el volante de dirección.

No obstante, es necesario tener en cuenta tres parámetros a la hora de elegir el mando más adecuado para realizar una determinada función: rapidez, precisión y fuerza requeridas en el accionamiento. Por un lado, se tiene los botones, teclas e interruptores que exigen un esfuerzo muscular pequeño, ya que son accionados fácilmente con los dedos. Por otro lado, existen las palancas, manivelas, volantes y pedales que exigen cierto esfuerzo muscular, haciendo intervenir grupos importantes de músculos de brazos y piernas.

Tabla 2.9: Elección de mando de accionamiento

CARACTERÍSTIC AS	Joystick digital		Joystick analógico		Pad direccional		Potenciómetro gradual		Pulsador electrónico	
Velocidad de	0,01s	1	0,0001s	3	0,001s	2	0,001s	2	0,01s	1

respuesta										
Peso	60g	1	32g	3	36g	2	20g	4	30g	3
Rango de rotación	360°	4	360°	4	360°	4	360°	4	0°	1
Costos	8,60 USD	2	5,50 USD	2	6,00 USD	1	1,00 USD	3	0,80 USD	3
Retorno	Si	3	Si	3	Si	3	No	0	No	0
Total		1 1		1 5		1 2		1 3		8
Gráfico										

Fuente: (Prado, 2017 (Pg. 03))

Luego de realizar un análisis de alternativas entre diferentes palancas de mando como la Tabla 2.9., se procede a seleccionar como mejor alternativa la palanca de mando (joystick) de tipo analógico, entre las ventajas que aporta el empleo de joysticks analógicos, se tiene las siguientes: Rápida velocidad de respuesta, fiabilidad, bajo peso, rango de rotación de 360°, bajo costo, y su eje retorna automáticamente a 0° luego de soltarlo. (Prado, 2017 (Pg. 03))

2.10.5. Joysticks analógicos

Un Joystick analógico en un sencillo controlador que se emplea cuando se necesita un control más suave y preciso, el cual no es posible con los mandos digitales, internamente los Joysticks están formados por un sistema de balancín con dos ejes ortogonales acoplados a dos potenciómetros, estos potenciómetros realizan la medición de la posición de la palanca en el eje de las abscisas y ordenadas, por otro lado, uno de los ejes está apoyado en un micro interruptor, lo que permite detectar la pulsación de la palanca, por consiguiente, los Joysticks facilitan una señal analógica para la posición de cada eje (Llamas, 2016, pág. (Pg. 1)).

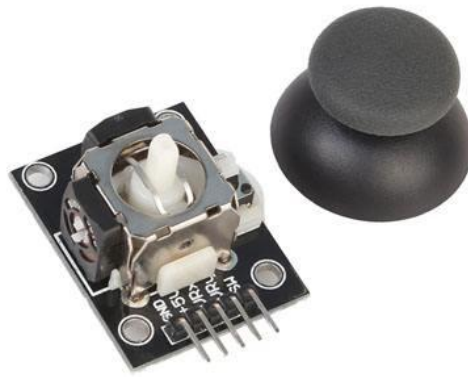


Figura 2.12: Joystick analógico

Fuente: (Llamas, 2016)

La palanca de mando (Joystick) consta de 5 terminales los cuales se detalla a continuación:

- GND: pin conectado a tierra
- 5 V: pin de alimentación (5 V)
- VR_x: pin de lectura del potenciómetro para el eje de las abscisas.
- VR_y: pin de lectura del potenciómetro para el eje de las ordenadas.
- SW: pin complementario que se utiliza como un pulsador de la palanca posición z

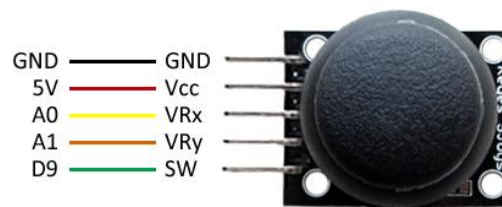


Figura 2.13: Terminales de un Joystick

Fuente: (Llamas, 2016)

En el gráfico 2.14 se muestra los diferentes ángulos y valores min/max de giro que posee las palancas de mando (joysticks)

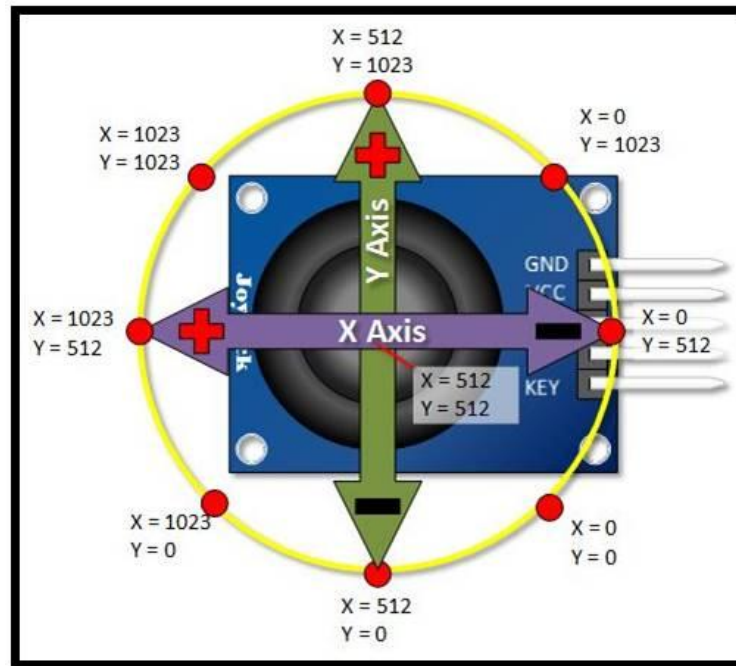


Figura 2.14: Diagrama de posicionamiento de un joystick

Fuente: (Proserquisa, 2016)

Este es el diagrama de posicionamiento de un Joystick, cada eje va de 0 a 1023 el cual es un valor digital del voltaje, que nos demuestra el ángulo de giro del joystick seleccionado, conforme se mueve su valor ira variando y dando las coordenadas de cada eje.

El joystick es un elemento muy cómodo para posicionar algo, sin necesidad de realizar esfuerzos físicos y obteniendo una precisión sobresaliente (Proserquisa, 2016)

Los valores se obtienen calculando la pendiente, y fueron adaptados para realizar un porcentaje de inclinación y un porcentaje de la modulación por ancho de pulso (PWM) para los servomotores, la cual es una señal de voltaje que se usa para enviar información o manipular la cantidad de energía enviada a una carga. Se usa en circuitos digitales para emular una señal analógica.

El pulsador del joystick tiene un rango de inclinación que se mide de 0 a 1023, este rango de valores es medido analógicamente por un sensor que proporciona un valor binario. El movimiento necesario dentro del prototipo oscila en una inclinación de 0 a 350, dentro del rango de valores mencionado. (Gonzalez R. , 2010)

De esta manera es fácil administrar las variables q se necesitan para controlar los servomotores y saber la inclinación de la palanca de mando (joystick).

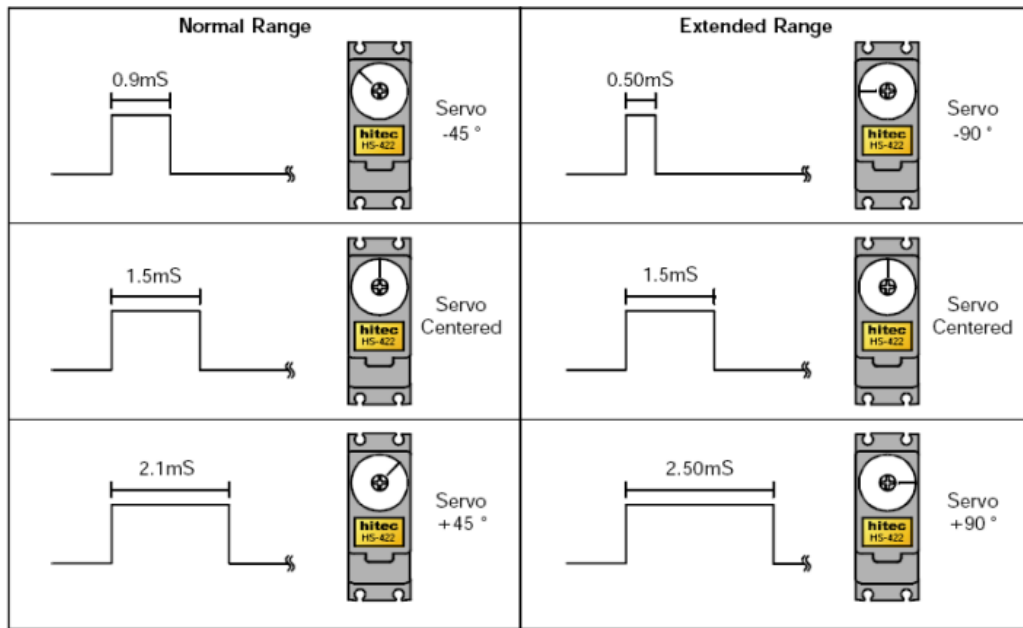


Figura 2.15: Pulsos PWM para controlar servos

Fuente: (Lynxmotion, 2005)

En la Figura 2.16 se observa la frecuencia de la señal que se define como la cantidad de pulsos en estado encendido y apagado por segundo, eso también es el inverso del periodo medido en segundos y viceversa.

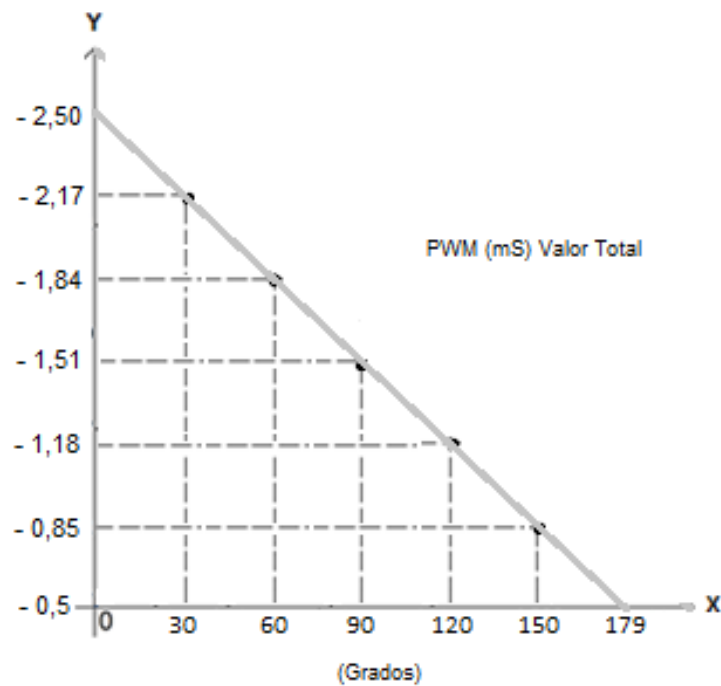


Figura 2.16: Valor PWM según los grados de desplazamiento del servo

Tabla 2.10: Valor PWM según los grados de desplazamiento del servo

Movimiento Total

X	Y
12	-2,36
24	-2,23
36	-2,1
45	-2
48	-1,97
60	-1,84
72	-1,7
84	-1,57
90	-1,51
96	-1,44
108	-1,31
120	-1,18
132	-1,04
135	-1,01
144	-0,91
156	-0,78
168	-0,65
179	-0,53

En la gráfica 2.17 se observa el recorrido del joystick en eje X negativo el cual genera el movimiento de lineal a angular en los servomotores.

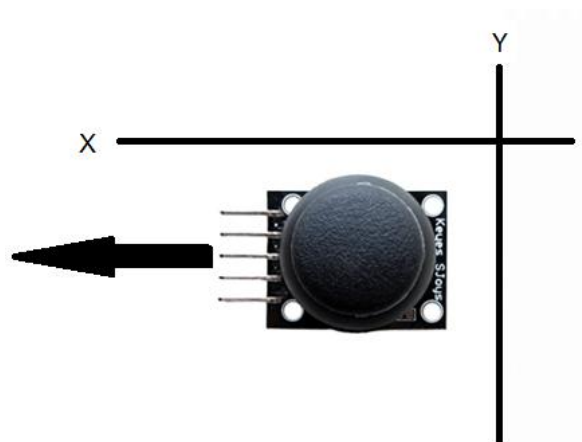
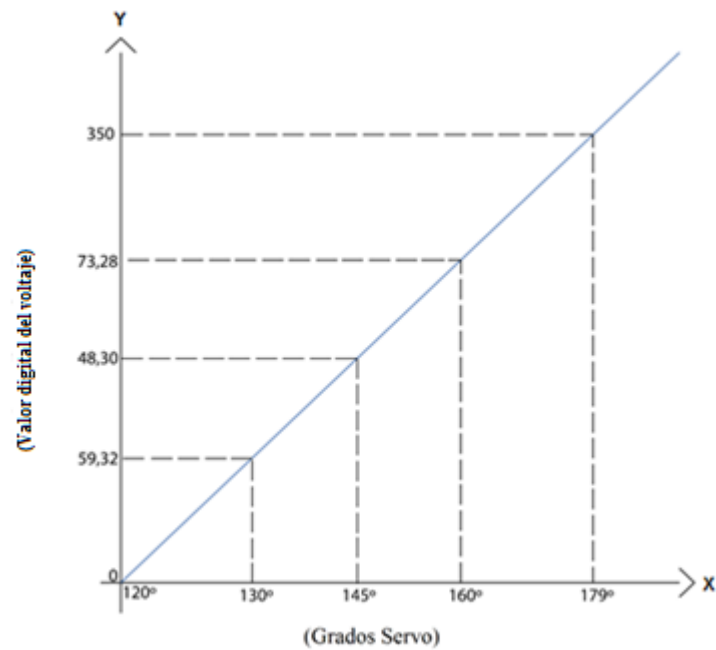


Figura 2.17: Gráfica del movimiento asignado al joystick analógico.

2.10.6. Cálculo del posicionamiento del servomotor con respecto a los grados de desplazamiento del joystick

Se determinó que los valores de PWM para el servomotor HS-755HB según el movimiento asignado de 120° a 179° varían entre $1,18\text{ ms}$ y $0,5\text{ ms}$ y el valor digital del voltaje para el joystick según su



desplazamiento de 0° a 25° varía entre 0 a 350.

Figura 2.18: Valor digital del voltaje según los grados del desplazamiento del servo

Tabla 2.11: Valor digital del voltaje según los grados del desplazamiento del servo

X	Y
120	0
124	23,72
128	47,44
130	53,3
132	71,16
136	94,88
140	118,6
144	142,32
145	148,25
148	166,04
152	189,76
156	213,48
160	237,2
164	260,92

Tabla 2.11: Valor digital del voltaje según los grados del desplazamiento del servo (Continuación)

168	287,04
172	308,36
176	332,08
179	350

Donde:

m: pendiente de la recta

y: eje de movimiento del servo horizontal

x: eje de movimiento del servo vertical

59° (179°): grados de desplazamiento del servo constante

Cálculo de la pendiente

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad [2.1]$$

$$m = \frac{350 - 0}{179^\circ - 120^\circ}$$

Cálculo de la recta

$$y - y_1 = m(x - x_1) \quad [2.2]$$

$$y - (0) = \frac{350}{59^\circ} (x^\circ - 120^\circ)$$

$$m = \frac{350}{59^\circ}$$

los

$$59y - (0) = 350(x^\circ) - 42000$$

Ecuación de la recta, valor digital del voltaje según grados de desplazamiento del servo.

$$y = \frac{350(x^\circ) - 42000}{59^\circ}$$

Ejemplo:

Reemplazando en x el valor del ángulo de giro del servo, para obtener el valor digital del voltaje.

$$y = \frac{350(160^\circ) - 42000}{59^\circ} \qquad y = 237,28$$

Por cada grado que aumente el servo, incrementa 5,93 el valor digital del voltaje.

$$\frac{350}{59^\circ} = 5,93 \quad (\text{Valor digital del voltaje}) \quad (25^\circ) \times 5,93 \quad (\text{Valor digital del voltaje})$$

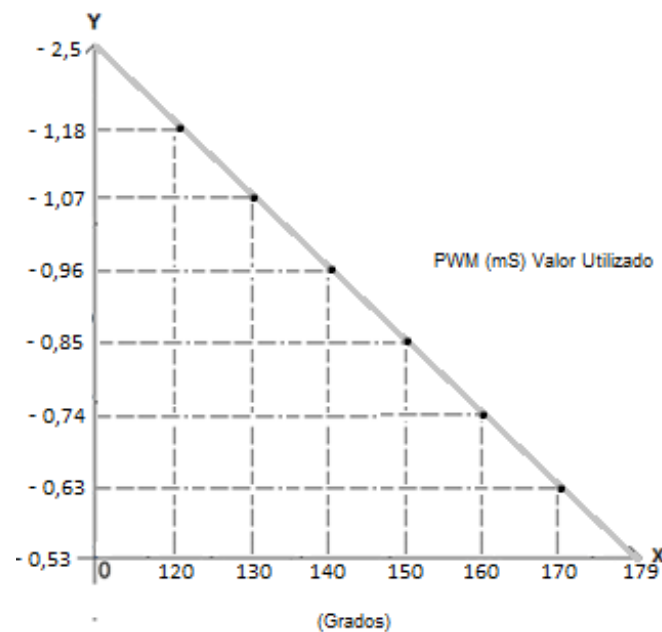


Figura 2.19: Valor PWM según los grados de desplazamiento del servo

Tabla 2.12: Valor PWM según los grados de desplazamiento del servo

X	Y
---	---

120	-1,18
124	-1,13
128	-1,09
132	-1,04
135	-1,05
136	-1
140	-0,96
144	-0,91
148	-0,87
152	-0,82
156	-0,78
160	-0,74
164	-0,69
168	-0,65
172	-0,6
174	-0,58
178	-0,54
179	-0,53

Donde:

m: pendiente de la recta

y: eje de movimiento del servo horizontal

x: eje de movimiento del servo vertical

59° (179°): grados de desplazamiento del servo constante

Cálculo de la pendiente

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad [2.1]$$

$$m = \frac{0,5 - 2,5}{179^\circ - 0}$$

$$m = \frac{-2}{179^\circ}$$

Cálculo de la recta

$$y - y_1 = m(x - x_1) \quad [2.2]$$

$$y - 2,5 = \frac{-2}{179^\circ} (x^\circ - 0^\circ)$$

$$179y - 447,5 = -2x$$

$$179y = -2x + 447,5$$

Ecuación de la recta, valor PWM según los grados de desplazamiento del servo.

$$y = \frac{-2(x^\circ) + 447,5}{179^\circ}$$

Ejemplo:

Se reemplaza en x el valor del ángulo de giro del servo, para obtener el valor PWM.

$$y = \frac{-2(135^\circ) + 447,5}{179^\circ} \qquad y = \frac{-270 + 447,5}{179^\circ} \qquad y = 1$$

Por cada grado que aumente el servo, incrementa 0,011 el valor PWM (ms).

$$\frac{2}{179^\circ} = 0,011$$

Se resta de $2,5 ms$

$$2,5 ms - 1,485 ms$$

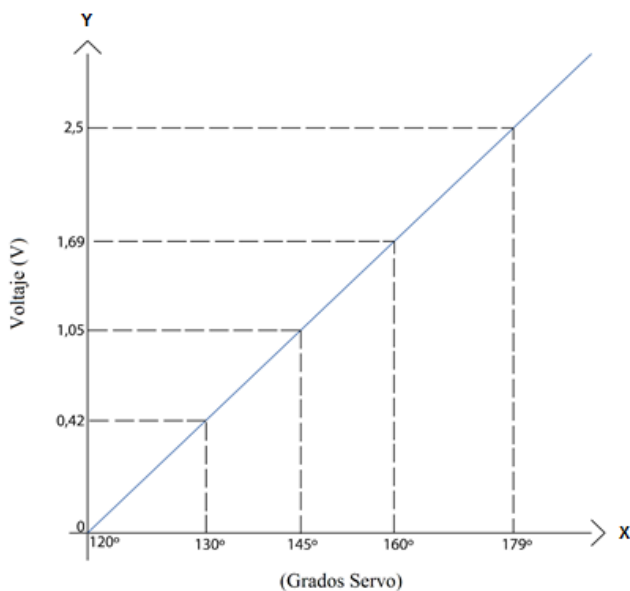


Figura 2.20: Valor del voltaje según los grados de desplazamiento del servo

Tabla 2.13: Valor del voltaje según los grados de desplazamiento del servo

X	Y
120	0

124	0,16
128	0,33
130	0,42
132	0,5
136	0,67
140	0,84
144	1
145	1,05
148	1,17
152	1,34
156	1,51
160	1,68
164	1,84
168	2,01
172	2,18
176	2,35
179	2,5

Donde:

m: pendiente de la recta

y: eje de movimiento del servo horizontal

x: eje de movimiento del servo vertical

v: voltios

59° (179°): grados de desplazamiento del servo constante

Cálculo de la pendiente

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad [2.1]$$

$$m = \frac{2,5 - 0}{179^\circ - 120^\circ}$$

$$m = \frac{2,5}{59^\circ}$$

Cálculo de la recta

$$y - y_1 = m(x - x_1) \quad [2.2]$$

$$y - 0 = \frac{2,5}{59^\circ} (x - 120^\circ)$$

$$59y - 0 = 2,5x - 300$$

Ecuación de la recta, valor del voltaje según los grados de desplazamiento del servo.

$$y = \frac{2,5x - 300}{59^\circ}$$

Ejemplo:

Se reemplaza en x el valor del ángulo de giro del servo, para obtener el valor del voltaje

$$y = \frac{2,5(160^\circ) - 300}{59^\circ}$$

$$y = 1,69$$

Por cada grado que aumente el servo, es igual $0,042 v$

$$\frac{2,5}{59^\circ} = 0,042v \quad (25^\circ) \times 0,042v$$

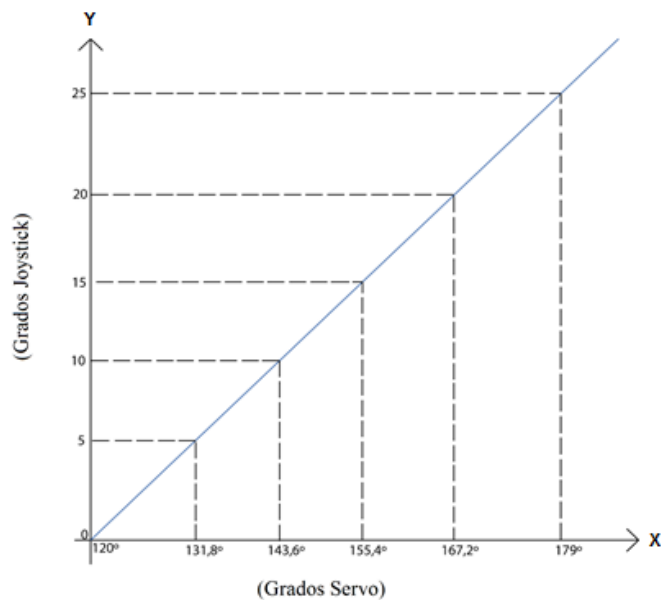


Figura 2.21: Valor en grados del joystick según los grados de desplazamiento del servo

Tabla 2.14: Valor en grados del joystick según los grados de desplazamiento del servo

X	Y
---	---

120	0
124	1,68
128	3,36
130	4,2
132	5,04
136	6,72
140	8,4
144	10,08
145	10,5
148	11,76
152	13,44
156	15,12
160	16,8
164	18,48
168	20,16
172	21,84
176	23,52
179	25

Donde:

m: pendiente de la recta

y: eje de movimiento del servo horizontal

x: eje de movimiento del servo vertical

v: voltios

59° (179°): grados de desplazamiento del servo constante

Cálculo de la pendiente

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad [2.1]$$

$$m = \frac{25 - 0}{179 - 120}$$

$$m = \frac{25}{59}$$

Cálculo de la recta

$$y - y_1 = m(x - x_1) \quad [2.2]$$

$$y - (0) = \frac{25}{59}(x - 120)$$

Reemplazando en (y)

$$59y - (0) = 25(x) - 3000$$

$$y = \frac{25(x) - 3000}{59}$$

Reemplazando en (x)

$$59y + 3000 = 25x$$

$$\frac{59y + 3000}{25} = x$$

Ecuación de la recta, valor de grados del servo según los grados de desplazamiento del joystick.

$$\frac{59(y) + 3000}{25^\circ} = x$$

Ejemplo:

Se reemplaza en y el valor del ángulo de giro del joystick, para obtener valor de desplazamiento del servo.

$$\frac{59(20^\circ) + 3000}{25^\circ} = 167,2^\circ$$

Por cada grado que aumente joystick el servo se mueve $2,36^\circ$

$$\frac{59^\circ}{25^\circ} = 2,36^\circ$$

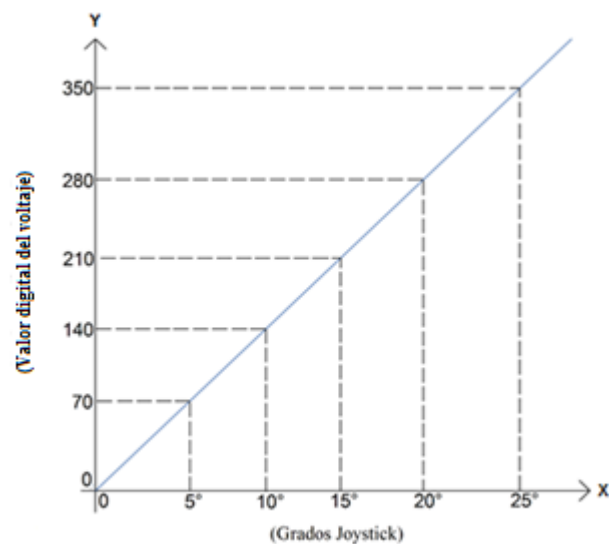


Figura 2.22: Valor digital del voltaje del joystick según sus grados de movimiento

Tabla 2.15: Valor digital del voltaje del joystick según sus grados de movimiento

X	Y
2,5	35
5	70
7,5	105
10	140
12,5	175
15	210
17,5	245
20	280
22,5	315
25	350

Cálculo de la pendiente

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad [2.1]$$

$$m = \frac{350 - 0}{25 - 0}$$

$$m = \frac{350}{25}$$

Cálculo de la recta

$$y - y_1 = m(x - x_1) \quad [2.2]$$

$$y - (0) = \frac{350}{25}(x - 0)$$

$$25y = 350(x)$$

Ecuación de la recta, valor digital del voltaje del joystick según sus grados de movimiento.

$$y = \frac{350(x)}{25}$$

Ejemplo:

Se reemplaza en x el valor del ángulo de giro del joystick, para obtener valor del número digital.

$$y = \frac{350(5)}{25} \quad y = 70$$

Por cada grado que aumenta el joystick el valor digital del voltaje aumentara 14.

$$\frac{350}{25^\circ} = 14 \quad (\text{Valor digital del voltaje}) \quad 10^\circ \times 14 = 140 \quad (\text{Valor digital del voltaje})$$

2.11. Clases de palancas.

Desde el punto de vista técnico, la palanca es una barra rígida que oscila sobre un punto de apoyo llamado fulcro debido a la acción de dos fuerzas contrapuestas (potencia y resistencia) (Mata, 2015).

- **Potencia:** cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo (P)
- **Resistencia:** fuerza que se tiene que vencer (R)
- **Brazo de potencia:** distancia entre el punto que se aplica la potencia y el punto de apoyo
- **Brazo de resistencia:** distancia entre el punto de apoyo y la resistencia (Mata, 2015).

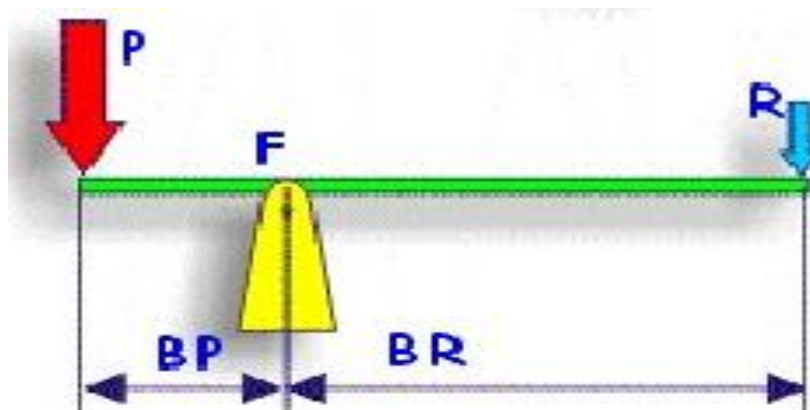


Figura 2.23: Descripción de la palanca

Fuente: (Mata, 2015)

2.11.1. Palanca de primer grado.

Se obtiene cuando el punto de apoyo se encuentra entre la potencia y la resistencia (Mata, 2015).

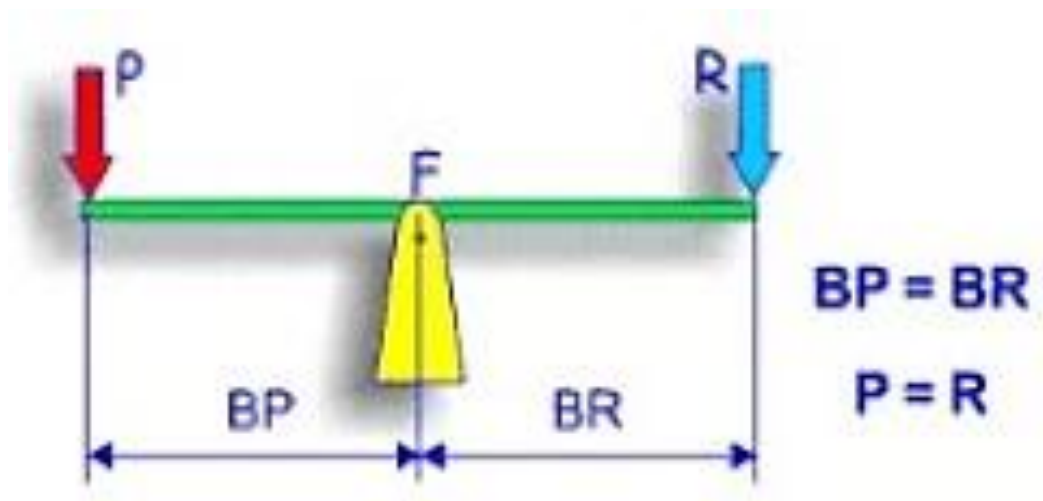


Figura 2.24: Palanca primer grado

Fuente: (Mata, 2015)

2.11.2. Palanca de segundo grado.

Permite situar la resistencia entre el punto de apoyo y la potencia, con esto se consigue que el brazo de potencia siempre sea mayor que el de la resistencia y en consecuencia el esfuerzo será menor que la carga, en este tipo de palancas siempre tiene ganancia mecánica (Mata, 2015).

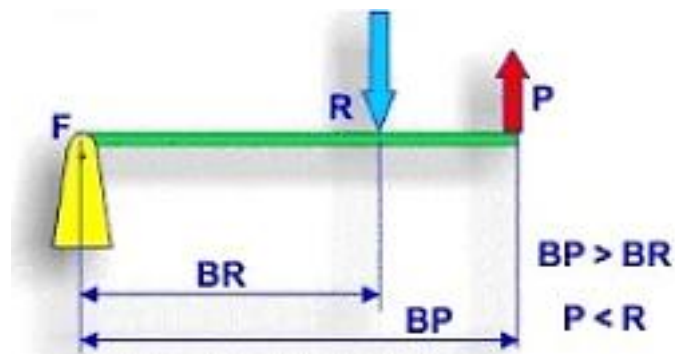


Figura 2.25: Palanca segundo grado

Fuente: (Mata, 2015)

2.11.3. Palanca de tercer grado.

Permite situar la potencia entre el punto de apoyo y la carga, con esto se consigue que el brazo de la resistencia siempre sea mayor que el de la potencia, por lo tanto, el esfuerzo será mayor que la carga, este tipo de palancas nunca tendrá ganancias mecánicas (Mata, 2015)

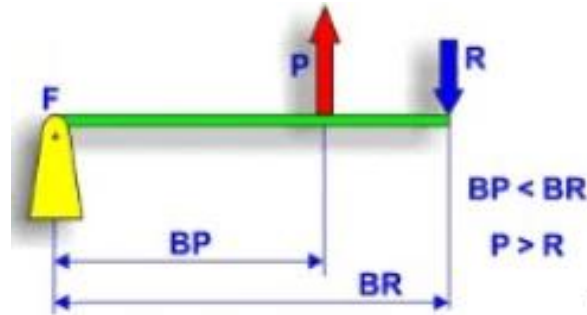


Figura 2.26: Palanca tercer grado

Fuente: (Mata, 2015)

2.12. Sensor de posición del pedal del acelerador (APP).

Con el creciente nivel de control electrónico y la consiguiente reducción de piezas mecánicas móviles, es inevitable que se vea más elementos controlados por mandos electrónicos, el sensor de posición del pedal del acelerador está constituido de dos potenciómetros conectados al pedal del acelerador, es decir, al pisar el acelerador se envía una señal de tensión a la ECU que informa de la posición real del pedal del acelerador, se utiliza varios métodos para generar la señal, la gran mayoría utiliza la referencia común de 5 Volts, como se utiliza en todo el sistema de gestión del motor (Technology, 2018, pág. (Pg. 1)).

El potenciómetro 1 genera una señal de 0.3 Volts a 4.8 Volts y el potenciómetro 2 genera una señal de 0.5 Volts a 4.8 Volts, con una posición del pedal del acelerador a 45° el potenciómetro 1 puede enviar una señal de 2 Volts y el potenciómetro 2 una señal de 3 Volts (Technology, 2018, pág. (Pg. 2)).



Figura 2.27: Sensor APP

Fuente: (Arrieta, 2016, pág. 1)

El potenciómetro 1 genera una señal de 0.3 Volts a 4.8 Volts y el potenciómetro 2 genera una señal de 4.8 Volts a 0.3 Volts con una posición del pedal del acelerador a 0°, el potenciómetro 1 puede producir una señal de 0.5 Volts y potenciómetro 2 una señal de 4.5 Volts, si existe cualquier desviación la ECU detecta un posible fallo y registra el código de error correspondiente. Si fallara una pista del potenciómetro, la ECU puede volver a detectarlo y operar en modo a prueba de fallos o de emergencia, lo que implica elevar el ralentí, limitar la operación del acelerador. El uso de dos potenciómetros permite que la ECU pueda controlar la velocidad a la que se presiona y cierra el acelerador, además de la posición del acelerador, controlando así el suministro de combustible (Technology, 2018, pág. (Pg. 3)).

2.12.1. Datos de los pines

Como se había mencionado anteriormente el sensor cuenta con 6 pines, los cuales serán detallados a continuación.

- **Pin 1:** tensión de referencia de 2.5 Volts (amarillo/rojo)
- **Pin 2:** tensión de referencia de 5.0 Volts (amarillo/verde)
- **Pin 3:** tensión de señal, aproximadamente 1 Volts acelerador cerrado y 3.8 Volts acelerador abierto (gris)
- **Pin 4:** 0 Volts a tierra (marrón/blanco)
- **Pin 5:** 0 Volts a tierra (marrón)
- **Pin 6:** tensión de señal, aprox. 0.5 Volts acelerador cerrado y 1.8 Volts acelerador abierto (rosa/negro) (Technology, 2018, pág. (Pg. 4)).

2.12.1.1. Onda característica.

En la Figura 2.28, se puede apreciar la forma que toma la onda al momento de presionar el pedal del acelerador.

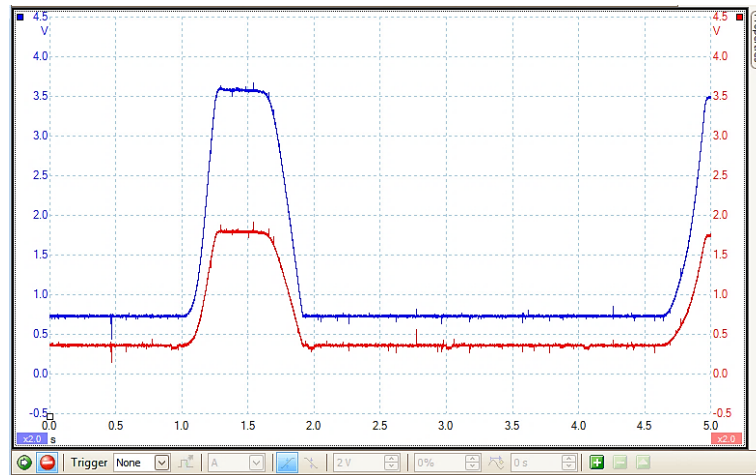


Figura 2.28: Ondas características

Fuente: (Technology, 2018)

2.12.2. Cuerpo de aceleración electrónico.

El cuerpo de aceleración regula la cantidad de aire que ingresa hacia el motor según la carga aplicada al pedal del acelerador, su rango de tensión en ralentí oscila entre 0,5V a 0,9V, y con la mariposa totalmente abierta entre 3,5V a 4,7V (García, 2017, pág. (Pg. 1)).

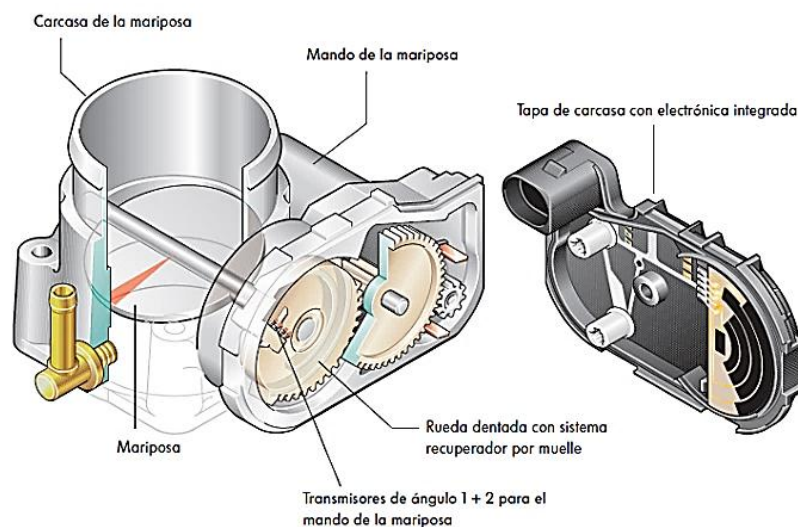


Figura 2.29: Cuerpo de aceleración electrónico

Fuente: (Arrieta, 2016, pág. 3)

2.12.3. Sistema de frenos.

El principio de funcionamiento básico en los frenos de un auto es la fricción, que consiste cuando un cuerpo entra en contacto con el otro en diferentes direcciones aparece una fuerza llamada fricción que se opone al movimiento del mismo cuerpo, esta fuerza depende de dos grandes factores: el área de contacto entre los cuerpos y la fuerza aplicada entre los

mismos, en un vehículo, la energía mecánica del movimiento se convierte en calorífica mediante la fricción entre dos piezas (Restrepo, 2012, pág. 1).

El sistema de frenos es el más importante para la seguridad vial y del conductor, la fuerza de frenado de este sistema la puede establecer el conductor de acuerdo a la presión que ejerza sobre el pedal de accionamiento con la finalidad de disminuir la velocidad del vehículo y detenerlo completamente (Pulupa, 2017, pág. 51).

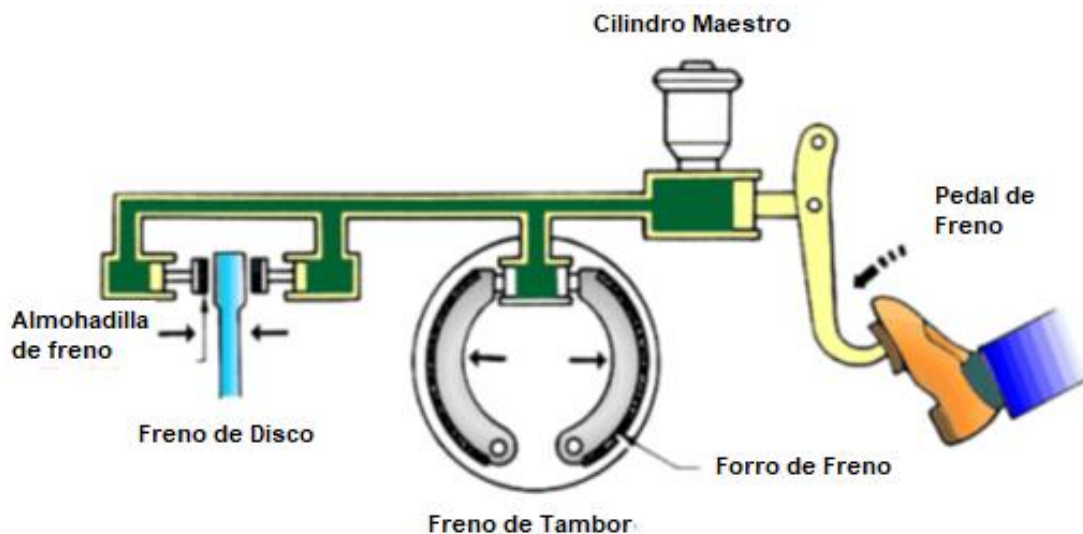


Figura 2.30: Sistema de frenos

Fuente: (Bauman, 2010 (Pg. 06))

2.12.3.1. Clasificación de los sistemas de frenos.

- *Frenos de tambor.*

Consiste un tambor girando solidariamente a la rueda que tiene un material de fricción capaz de frenar el coche cuando se empuja contra el tambor (Motor pasión, 2013).

- *Frenos de disco*

Consta de un disco rotor metálico sobre el que se ejerce presión a través de las pinzas de freno, mediante un sistema hidráulico, normalmente. Estas pastillas son las que se aplican contra la superficie del disco para generar fuerza de frenado (Motor pasión, 2013).

- *Freno de estacionamiento*

El freno de mano, que actúa solamente sobre las ruedas posteriores y sirve para mantener el coche detenido (Motor pasión, 2013, pág. 1).

2.12.3.2. Sistema de frenos antibloqueo ABS.

Es un sistema de frenado que evita que las ruedas se bloqueen y patinen al frenar, con lo que el vehículo no solamente decelera de manera óptima, sino que permanece estable y direccionable durante la frenada, fue diseñado para ayudar al conductor a mantener cierta capacidad de dirección y evitar el arrastre durante el frenado, en seguridad ayuda mucho para vehículos de personas discapacitadas (Pulupa, 2017).

El ABS actúa automáticamente sin que el conductor tenga que reducir la presión sobre el pedal del freno. Los sensores de velocidad de las ruedas detectan el bloqueo y envían señales para modificar la presión de frenado, que varía rápidamente. Los sistemas ABS comúnmente usados en los vehículos modernos realizan la operación de disminuir y aumentar la presión de frenado unas 15 ó 18 veces por segundos, aunque se tenga presionado el pedal del freno a fondo (Pulupa, 2017, pág. 53).

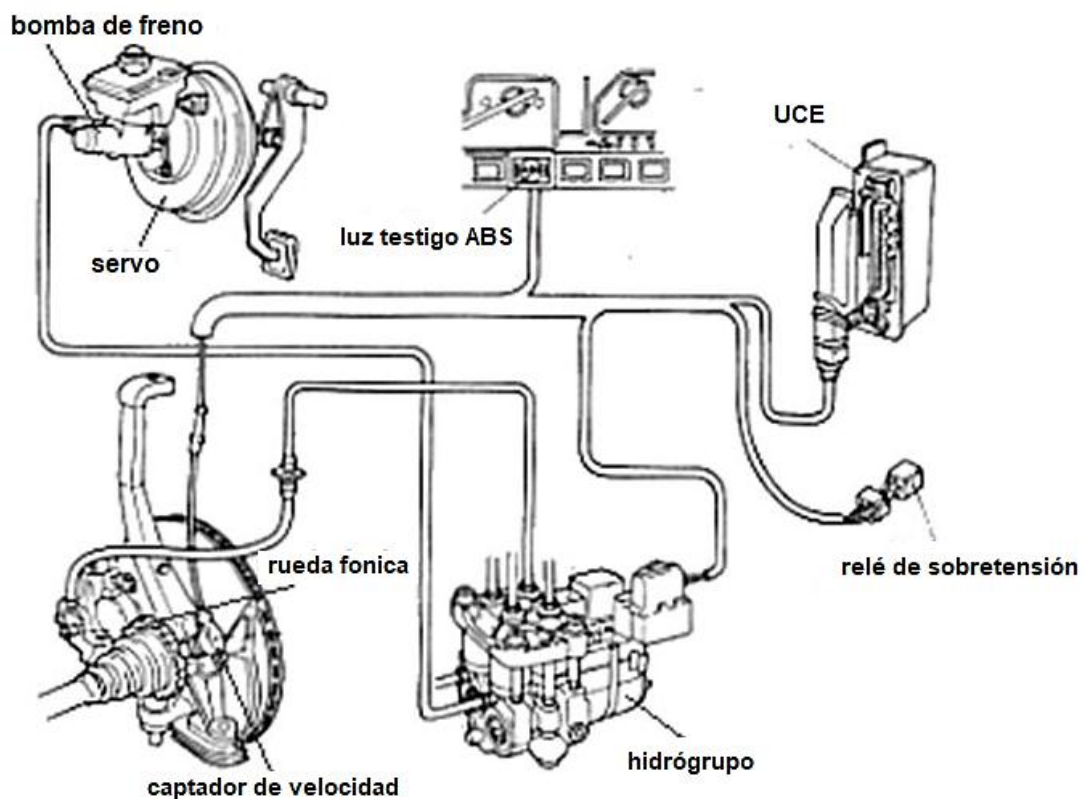


Figura 2.31: Esquema del sistema ABS

Fuente: (Dani, 2014)

2.13. Sistema de transmisión Automática.



Figura 2.32: Transmisión automática (CVT)

Fuente: (Castillo, 2016, pág. 1)

La transmisión automática es capaz de seleccionar todas las velocidades sin que tenga que intervenir un conductor, el cambio de marcha se produce en función de la velocidad del vehículo, como el régimen de giro del motor, así que no se requiere de una palanca de cambios, con el simple hecho de pisar el acelerador se hará el cambio de velocidad conforme el motor cambia de revoluciones (Roshfrans, 2015).

2.13.1. Sistema de transmisión variable continúa CVT

Es un mecanismo que no utiliza engranes, está compuesto por dos poleas unidas por medio de una cadena, que varían la relación de velocidades continuamente lo que permite que el cambio de marchas sea casi imperceptible, es capaz de mantener la potencia y torque del auto siempre óptimos. (meganeboy, 2009)

2.14. Especificaciones y propiedades mecánicas del acero A 36.

Por lo general en el mercado ecuatoriano se comercializa diferentes aceros, ya sean planchas, perfiles estructurales, tubos, láminas y vigas.

El acero A 36 empleado presenta las siguientes propiedades, densidad de $7850\text{Kg}/\text{m}^3$ y un límite de fluencia de 250MPa , y un mínimo de ruptura de 410MPa , los cuales serán usados en el presente proyecto (Pulupa, 2017).

En la Tabla 2.16 se especifica las propiedades de acero A 36, material que será utilizado en el diseño de mecanismos como mandos y varillajes de empuje, ya que disponen de buena resistencia y son muy fáciles de unirse por medio de soldadura (Pulupa, 2017).

Tabla 2.16: Propiedades del Acero A36

Propiedades acero A 36	Valor	Unidades
Módulo elástico	200.000	N/mm^2
Coefficiente de Poisson	0.26	
Módulo cortante	79300	N/mm^2
Densidad de masa	7850	Kg/m^3
Límite de tracción	400	N/mm^2
Límite elástico	250	N/mm^2

Fuente: (Budynas & Nisbett, 2006, pág. 6)

2.15. Suelda Oxiacetilénica/oxicarburoante (Autógena)

La soldadura autógena se realiza calentando las superficies que se han de soldar puestas en contacto, por medio de la llama dirigida o dardo producida en un mechero especial, denominado soplete, por la combustión de acetileno con oxígeno, la soldadura se puede hacer sin metal de aportación o autógena, o como es más frecuente con metal de aportación (Gil & etal, 2002, pág. 157).

Pasos para soldar con soldadura autógena por fusión:

- Abrir y cerrar con suavidad las dos llaves de paso para eliminar la dureza de apertura.
- Colocar en la manguera la boquilla que corresponda al espesor de las piezas a soldar.
- Abrir los grifos de los tanques.
- Regular los manorreductores, mediante los tornillos de expansión, para obtener una presión de 0.3 a 0.5 bar para el acetileno y 1.5 a 2 bar para el oxígeno.
- Abrir un poco el grifo del acetileno e inflamar los gases empleando una llama inicial.
- Abrir el grifo de oxígeno y regular con poco caudal.
- Regular el caudal de acetileno y oxígeno para conseguir la llama deseada.
- Una vez encendida y regulada la llama Oxiacetilénica hay que acercar la boquilla en la zona de soldadura, manteniendo de 3 a 5 mm de distancia entre la llama y la pieza a soldar.
- Proceder a dar el punto de fusión a las platinas de acero de 29mm de ancho y 4,5mm, 24mm, 105mm, 141mm, 24mm, 96mm de largo respectivamente.

- Enfriar la pieza soldada con agua.
- Purgar las líneas que vienen de los tanques al soplete cuando finalice la soldadura, cerrando las llaves de paso, después de haberlas cerrado. (Motorgiga, 2012).



Figura 2.33: Soldadura Autógena

Fuente: (Tecnología, 2014)

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.

Para el diseño, construcción e implementación del sistema electrónico de ayuda en el manejo para personas con capacidades especiales (paraplejia), se procede a realizar el cálculo del torque necesario para el accionamiento de los pedales del vehículo, los cuales son el freno y acelerador, cabe recalcar que el vehículo en el cual se realizará la implementación está equipado con transmisión automática.

3.1. Cálculo del torque en los pedales.

3.1.1. Cálculo del torque en el pedal del freno.

Se determinó por medio de un dispositivo electrónico (balanza) un valor de 4 kgf en el pedal del freno, y un recorrido de 0.03 m, tomando en consideración que estos valores pueden variar de un vehículo a otro. Según el manual de fórmulas (Gieck & Gieck, 2003, pág. 34).

Datos:

$$m: 4 \text{ kg}$$

$$a: 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$d: 0.03 \text{ m}$$

$$T = F \times d \tag{3.1}$$

Donde:

m: masa

a: aceleración

d: distancia

$$T = (m \times a) \times d \tag{3.2}$$

$$T = (4 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.03 \text{ m}$$

$$T = 1.17 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Transformación de unidades.

$$1.17 \text{ N} \cdot \text{m} \left(\frac{1 \text{ kgf}}{9.81 \text{ N}} \times \frac{39.37 \text{ in}}{1 \text{ m}} \times \frac{2.2 \text{ lb}}{1 \text{ kgf}} \right)$$

$$T = 10.35 \text{ lbf} \cdot \text{in} \text{ (Aplicado el pedal del freno)}$$

3.1.2. Cálculo del torque en el pedal del acelerador.

Se determinó por medio de un dispositivo electrónico (balanza) un valor de 1.5 kgf en el pedal del acelerador, y un recorrido de 0.05 m, tomando en consideración que estos valores pueden variar de un vehículo a otro. Según el manual de fórmulas (Gieck & Gieck, 2003, pág. 34).

Datos:

$$m: 1.5 \text{ kg}$$

$$a: 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$d: 0.05 \text{ m}$$

$$T = F \times d \tag{3.1}$$

Donde:

m: masa

a: aceleración

d: distancia

$$T = (m \times a) \times d \tag{3.2}$$

$$T = (1.5 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2) \times 0.05 \text{ m}$$

$$T = 0.73 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T = 6.46 \text{ lbf} \cdot \text{in} \text{ (Aplicado al pedal del acelerador).}$$

3.2. Selección del servomotor.

Tabla 3.1 Selección del servomotor.

CARACTERÍSTICAS	Servomotor HS-755HB		Servomotor HS-815BB	
Torque	4.8V: 152.75 oz · in 6.0 V: 183.3 oz · in	4	4.8V: 275 oz · in 6.0 V: 343 oz · in	5
Velocidad	4.8 V: 0.28 sec/60° 6.0 V: 0.23 sec/60°	5	4.8 V: 0.19 sec/60° 6.0 V: 0.14 sec/60°	4
Peso	110 g	5	152 g	4
Rango de rotación	180°	5	140°	4
Total		19		17

Fuente: (Servodatabase, 2009)

Después de realizar un análisis de alternativas entre dos servomotores, como muestra la Tabla 3.1 se selecciona como mejor alternativa el servomotor HS-755HB, en base al siguiente criterio.

Para determinar cuántas libras levantará o empujará un servomotor se realiza el siguiente cálculo.

Se divide el torque expresado en *oz · in* para 16.

3.2.1. Servomotor HS-755HB



Figura 3.1 Servomotor HS-755 HB

Fuente: (Servodatabase, 2009)

$$\frac{183.31 \text{ oz} \cdot \text{in}}{16} = 11.45 \text{ lbf} \cdot \text{in}$$

3.2.2. Servomotor HS-815BB



Figura 3.2 Servomotor HS-815 BB

Fuente: (Servodatabase, 2009)

$$\frac{343 \text{ oz} \cdot \text{in}}{16} = \frac{21.43 \text{ lb} \cdot \text{in}}{2 \text{ in}} = 10.71 \text{ lbf} \cdot \text{in}$$

Se divide para 2 ya que la característica de este motor tiene un brazo de accionamiento de 2 in.

Como conclusión después de haber realizado los cálculos necesarios, la mejor opción es el servomotor HS-755HB ya que es el servomotor que cumple con el torque adecuado para accionar el pedal del freno y el pedal del acelerador, los servomotores generan un mayor torque con una tensión de 6V, es por esto que se seleccionan estos motores como se detalla en la Tabla 3.1

Entre las ventajas que aporta el empleo de un servomotor están las siguientes: poco peso, alta potencia (par de fuerza), fiabilidad, los servos y su electrónica normalmente trabajan en ambiente de alta temperatura, suciedad, humedad y vibraciones además de su bajo costo (Bolaños & Uterras, 2010, pág. 32).

3.3. Diseño de la placa electrónica de control.

Para el diseño de los circuitos electrónicos, así como la ubicación de sus componentes, sus respectivas conexiones y simulación de funcionamiento se utilizó el programa Proteus, éste programa está conformado por dos aplicaciones internas llamadas Ares e Isis.

Isis está diseñado para realizar esquemas de circuitos con todos los componentes electrónicos que se encuentran en el mercado, además Proteus permite comprobar la efectividad de un circuito determinado ante una alimentación de voltaje. Puede simularse desde el encendido de un LED hasta circuitos integrados digitales (Salinas, 2008).

Ares es una aplicación que se usa para situar los componentes utilizados en el esquema previamente realizado (Salinas, 2008, pág. 2).

En la Figura 3.3 como se observa, se tiene una bornera donde va situado el conector de entrada de voltaje positivo y negativo, se tiene la entrada de 12V provenientes de la batería, esta a su vez transforma a 6V con el regulador de voltaje (7806), que posee 3 pines, uno de voltaje de entrada, uno de salida y uno de tierra.

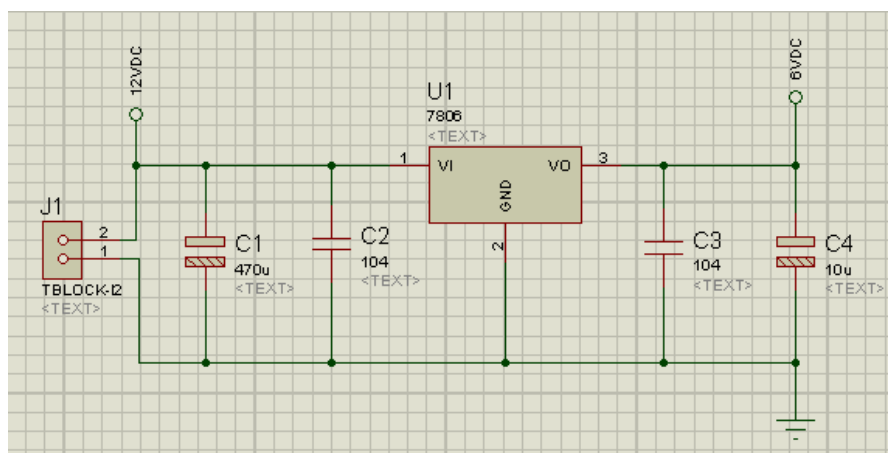


Figura 3.3: Esquema fuente 1

En la siguiente Figura 3.4 se detalla el esquema de la fuente de alimentación de energía hacia el Arduino nano.

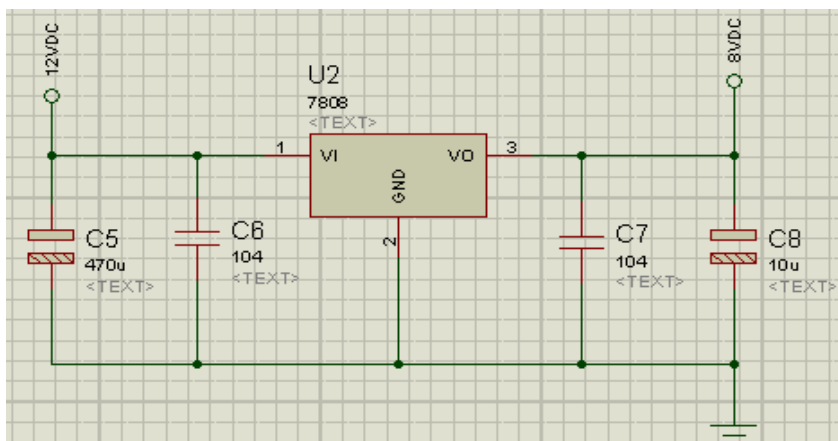


Figura 3.4: Esquema fuente de alimentación.

Fuente: (Proteus, 2011)

Como se puede observar en la Figura 3.4 la entrada es de 12Volts, y se utiliza un regulador de voltaje 7808 el cual determina que la corriente es positiva y tiene una salida de 8 Volts, con la finalidad de alimentar de energía al Arduino nano, dicho circuito esta realizado en Isis.

3.3.1. Denominación de bornes del servomotor HS-755HB

Como se aprecia en la Figura 3.5 los servomotores tienen 3 pines de conexión:

- El número 1 hace referencia a tierra.
- El número 2 entrada de corriente de 6 Volts.
- El número 3 conexión hacia el Arduino, este pin puede ser análogo o digital.

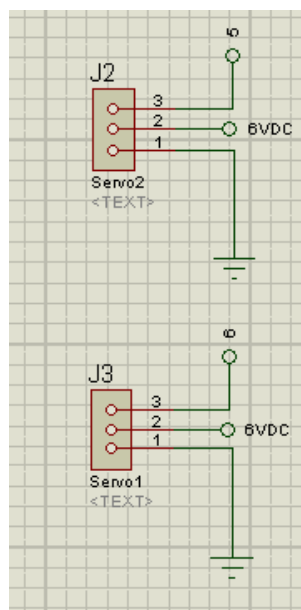


Figura 3.5: Esquema servomotores

Fuente: (Proteus, 2011)

3.3.2. Esquema de conexión de las palancas de mando (Joysticks).

En la Figura 3.6 se observa el esquema de los Joysticks, los cuales están constituidos por 5 pines:

El pin número 1 va a tierra, el pin número 2 se alimenta de 5 Volts, el pin número 3 es el movimiento del eje de las abscisas, el pin número 4 es el movimiento del eje de las ordenadas y el pin número 5 es el Switch. Los pines 3,4,5 van conectados con los respectivos pines del Arduino, todo este esquema está regulado por medio de una resistencia de $10\text{ k}\Omega$.

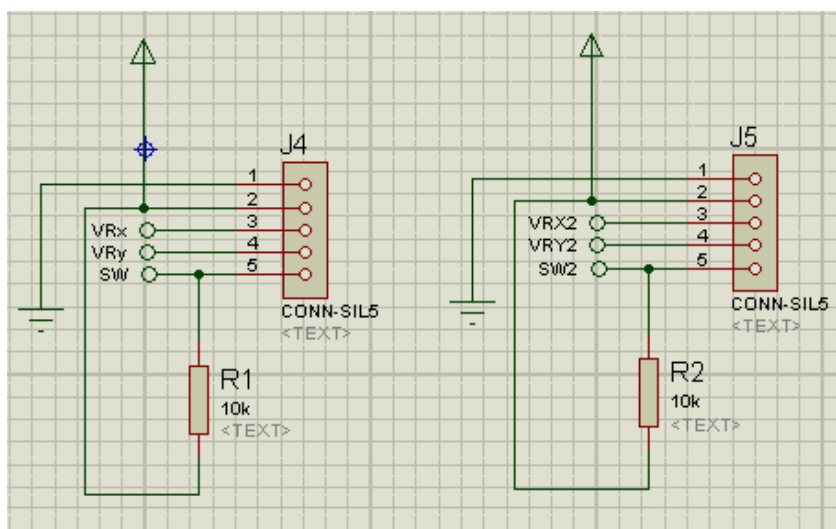


Figura 3.6: Esquema joysticks.

Fuente: (Proteus, 2011)

En la Figura 3.7 se tiene el esquema de los LED's, el primero va conectado al pin #2 del Arduino y el segundo al #3 del Arduino, así mismo están regulados con una resistencia de 100Ω (100R), que van a tierra.

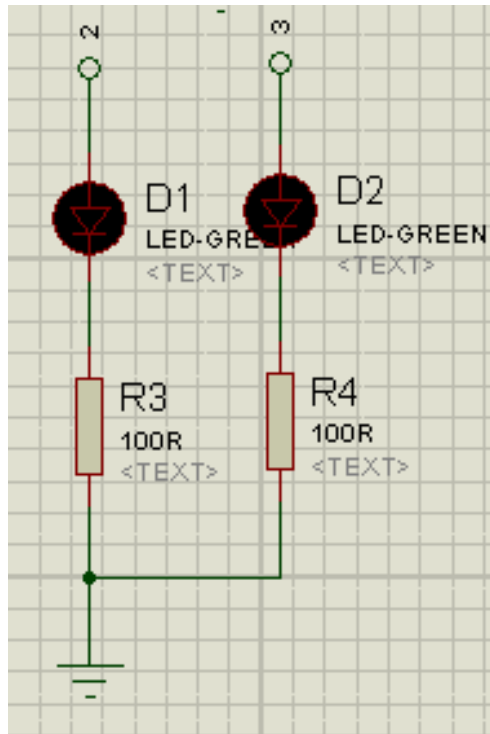


Figura 3.7: Esquema LED's.

En la Figura 3.8 se observa el esquema del Arduino nano, el cual está alimentado por 8V provenientes de la segunda fuente, en la Figura 3.3, éste se va a encargar de todo el control electrónico, servos, LED's, joysticks, todo lo referente a baja corriente.

Se observa varios pines para sus diferentes usos, afortunadamente para este sistema no se necesita ocuparlos todos, pero se tiene las conexiones directas a todos los elementos que previamente se analizó.

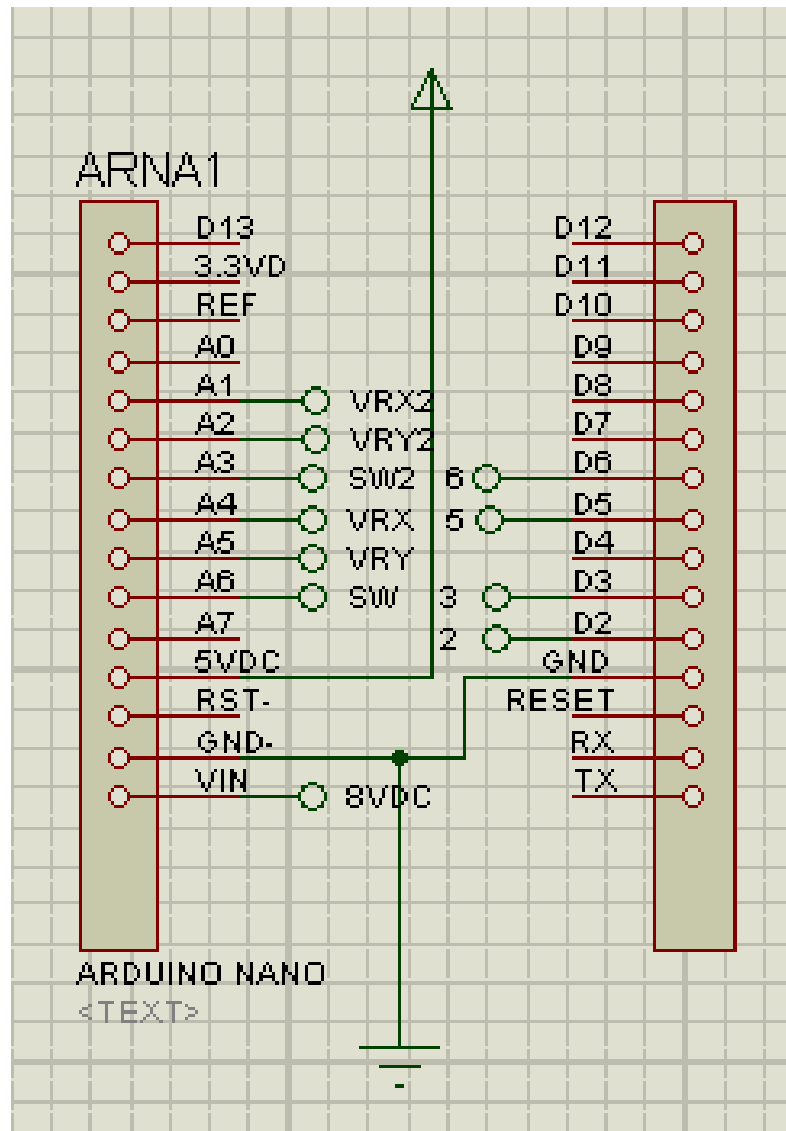


Figura 3.8: Esquema arduino nano.

3.3.3. Vista previa del circuito en el software Proteus.

Una vez concluido la etapa de conexión de los diferentes elementos se procede a crear el diseño del circuito, en el cual se observa cómo están ubicados los elementos en la placa.

3.3.4. Vista previa del circuito en Proteus.

Una vez concluido la etapa de conexión de los diferentes elementos se procede a crear el diseño del circuito, en el cual se observa cómo están ubicados los elementos en la placa (vista preliminar).

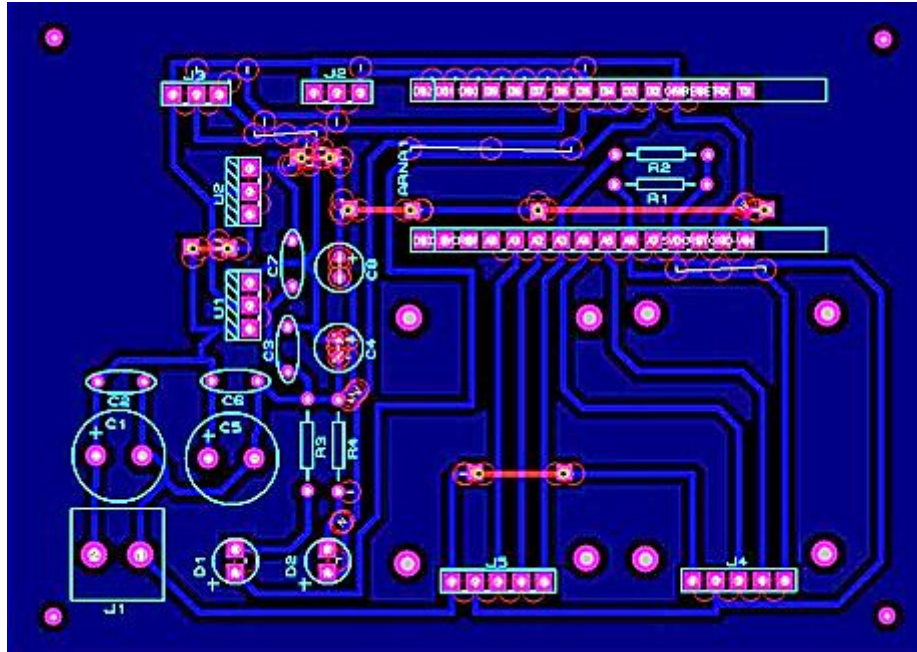


Figura 3.9: Vista previa del circuito en Proteus.

Fuente: (Proteus, 2011)

3.3.5. Circuitos 3D en Ares.

Como se ha mencionado anteriormente Ares es una aplicación para situar los componentes en la placa virtualmente y luego puede ser impresa, solo basta con seleccionar en el menú Output la opción visualización y se obtendrá el siguiente resultado, desde esta ventana se puede editar las opciones que tienen que ver con los colores de la placa, las pistas y las vías que intervienen en la placa.

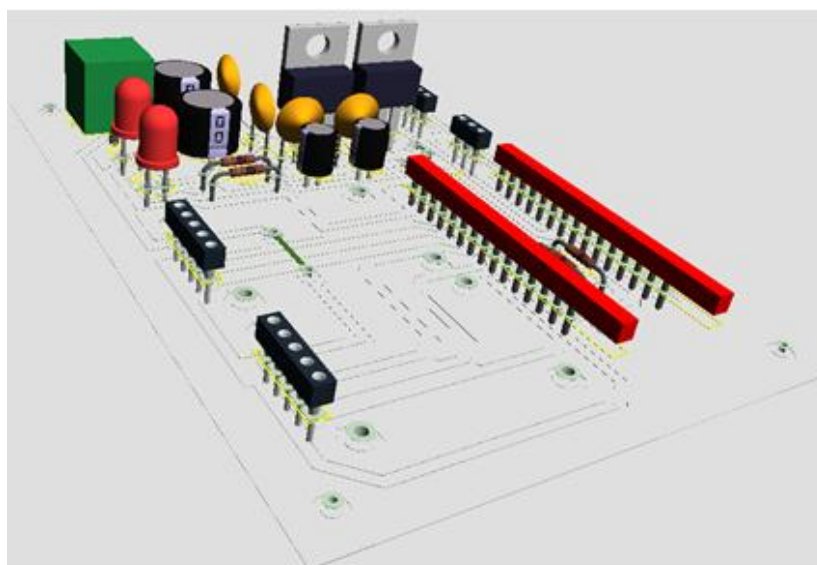


Figura 3.10: Circuito 3D en Ares.

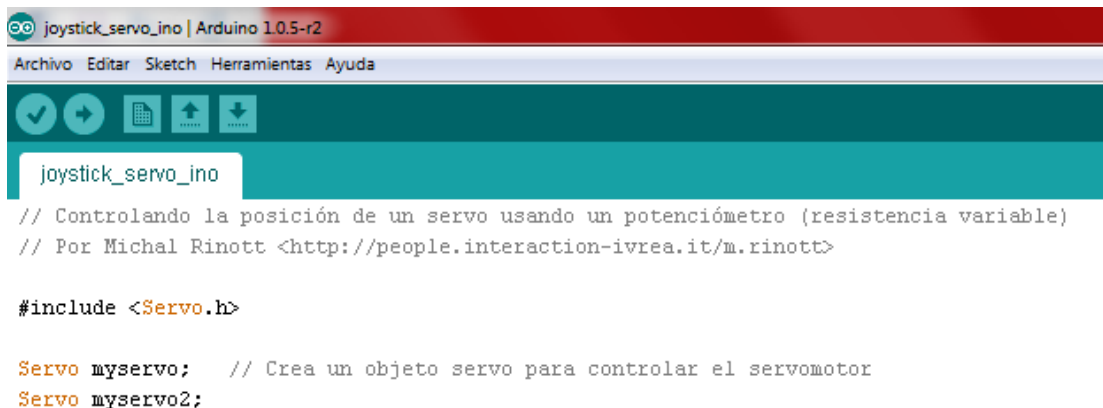
Fuente: (Proteus, 2011)

3.3.6. Programación en el Arduino nano.

En la librería virtual que proporciona Arduino existe una infinidad de información, acerca de la programación del Arduino nano, en este diseño se procede a introducir en el código fuente, información proveniente de la librería referente al servomotor, acerca de cómo controlar la posición usando un potenciómetro de resistencia variable (joystick).

La información proveniente de la biblioteca virtual se identifica por la sigla **h**. Estas librerías logran que la programación sea más eficiente y fácil, gracias a ésta se crea un subprograma que envía una señal al servomotor indicando moverse ciertos grados, y el código fuente toma la información de la librería y la envía directamente. (Hernandez, 2015)

El siguiente paso es renombrar los servos utilizados para poder diferenciarlos con el nombre de “myservo” “myservo2”



```
joystick_servo_ino | Arduino 1.0.5-r2
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
joystick_servo_ino
// Controlando la posición de un servo usando un potenciómetro (resistencia variable)
// Por Michal Rinott <http://people.interaction-ivrea.it/m.rinott>

#include <Servo.h>

Servo myservo; // Crea un objeto servo para controlar el servomotor
Servo myservo2;
```

Figura 3.11: Programación del sistema electrónico.

A continuación, se identifican los pines del Arduino donde van conectadas las palancas de mando (joysticks) para mover los servos:

- A1, A4, movimiento eje X
- A2, A5, movimiento eje Y
- A3, A6, movimiento eje Z

El sistema posee una variable para que pueda leer con mayor facilidad el pin analógico de las palancas de mando (joysticks).

Se procede también a agregar y renombrar dos luces LED, en este caso se utilizó “LEDA=2”, mostrado en color amarillo que va conectado en el pin #2 del Arduino y

“LEDr=3” mostrado en color rojo que va conectado al pin #3 del Arduino, que su función es prenderse al momento que se mueve el eje de cualquiera de los dos joysticks.

```
int JoyStick_X = A1; // x
int JoyStick_Y = A2; // y
int JoyStick_Z = A3; // key

int JoyStick_X2 = A4; // x
int JoyStick_Y2 = A5; // y
int JoyStick_Z2 = A6; // key

//int potpin = 0; // Pin analógico usado para conectar el potenciómetro
int val; // variable para leer el valor del pin analógico
int leda=2;
int ledr=3;
```

Figura 3.12: Programación del sistema electrónico

3.3.7. Void Setup.

Con el void setup se configuran todos los pines que se ingresaron, si se busca que sean de entrada o salida, simplemente con los comandos “INPUT” = Entrada, “OUTPUT” = Salida. En el caso de los joysticks son de entrada y en los LED’s son de salida.

Se presenta también una comunicación serial que sirve para la transferencia de datos entre el Arduino y la computadora, con esta información se obtiene parámetros exactos de como configurar los servos.

Aquí se configura el valor de “9600” bits por segundo, que es la velocidad de comunicación de datos con la que se va a trabajar.

Se procede agregando el comando “LEDa,LOW” “LEDr,LOW” que permite apagar los LED’s cuando los joysticks no estén en movimiento, si al contrario se desea mantenerlos encendidos y que se desactiven al momento de activación de los joystick se utiliza el comando “HIGH”.

Y para finalizar el void setup se configura el pin #5, #6 para que en estos vayan situados los servomotores, tomando en cuenta que los servomotores solo trabajan en los pines “PWM” del Arduino.

En el arduino nano sus pines son específicos para conexiones en servomotores. (Arduino, 2013 (Pg. 02))

```

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode (JoyStick_X, INPUT);
  pinMode (JoyStick_Y, INPUT);
  pinMode (JoyStick_Z, INPUT);

  pinMode (JoyStick_X2, INPUT);
  pinMode (JoyStick_Y2, INPUT);
  pinMode (JoyStick_Z2, INPUT);

  pinMode (leda, OUTPUT);
  pinMode (ledr, OUTPUT);

  digitalWrite(leda,LOW);
  digitalWrite(ledr,LOW);
  myservo.attach(5); // asocia el servo en pin 9 al objeto servo
  myservo2.attach(6);
}

```

Figura 3.13: Programación del sistema electrónico

3.3.8. Void Loop.

El void loop es un lazo cerrado en el cual se va a ejecutar siempre el programa, donde se va a repetir indefinidamente.

Se divide en 2 bloques, 1 para cada joystick y servo con la función “analogRead” que facilita para que el circuito proceda a descifrar el joystick con eje Y, y ese valor se almacena como una variable de movimiento “val”.

Se adjunta una nueva función llamada “map” para poder definir los diferentes valores de movimiento que van a dar los joysticks, estos valores oscilan entre el 0 y 350, tomando en cuenta que es un valor digital del voltaje, en resumen, son los límites de movimiento del joystick (Montenegro, 2014, pág. 3).

La función “map” cuando la palanca de mando (joystick) se encuentra en 0 el servo se posiciona a 120°, y cuando el joystick está a 350 el servo se posiciona a 179°, estos valores son proporcionales al ángulo de giro, el cual va a mover el pedal del acelerador y freno (Montenegro, 2014, pág. 3).

Cuando se logre la precisión del ángulo deseado se aplica la función “myservo.write” la que envía la señal de giro al servo motor. Se asigna el valor de la variable “val”, la cual

representa los grados que se va a utilizar. La función “delay” pausa el circuito hasta que el eje del servo regrese a su ubicación. Esto se agrega para que el eje del servo regrese a la misma posición con la que empezó antes de mover el joystick.

El circuito se completa con las señales de aviso, las cuales indican cuando “val” es mayor a 125° apagar el LED, si “val” es menor a 125° encender el LED.

“if(val >125) digitalWrite(LEDa,LOW)”

Se repite el mismo proceso para programar el joystick 2 y se terminará la función void loop del sistema en general.

```
void loop()
{
  val = analogRead(JoyStick_Y);           // lee el valor del potenciómetro (valor entre 0 y 1023)
  val = map(val, 0, 350, 120, 179);      // escala el valor para usarlo con el servo (valor entre 0 y 180)
  myservo.write(val);                    // fija la posición del servo de acuerdo al valor escalado
  delay(15);
  if(val >125){
    digitalWrite(leda,LOW);
  }
  if(val <=125){
    digitalWrite(leda,HIGH);
  }

  val = analogRead(JoyStick_X2);         // lee el valor del potenciómetro (valor entre 0 y 1023)
  val = map(val, 0, 350, 120, 179);      // escala el valor para usarlo con el servo (valor entre 0 y 180)
  myservo2.write(val);                   // fija la posición del servo de acuerdo al valor escalado
  delay(15);
  if(val >125){
    digitalWrite(ledr,LOW);
  }
  if(val <=125){
    digitalWrite(ledr,HIGH);
  }
}
```

Figura 3.14: Programación del sistema electrónico

3.4. Construcción

En la Figura 3.15 se observa la impresión del circuito en papel transfer o transferible.

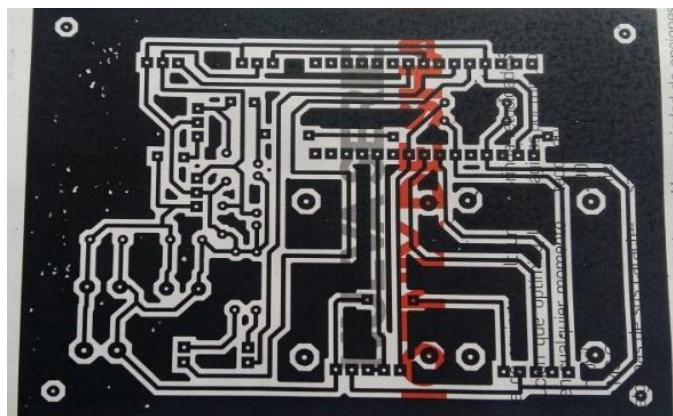


Figura 3.15: Diagrama del circuito impreso

En la Figura 3.16 se procede a cortar la placa en la que se copiará el circuito con las dimensiones 10 x 7.5cm, el cual está compuesto de un material plástico sintético llamado baquelita, la cual es infusible, lo que quiere decir que no puede fundirse, además de no ser un conductor de electricidad (Porto & Gardey, 2017, pág. 1).



Figura 3.16: Placa de baquelita 10 x 7.5cm.

Como se detalla en la Figura 3.17, siguiendo con el proceso para la impresión de las pistas en la baquelita, la cual fue colocada en un recipiente con agua con la finalidad de que se enfríe y se remueva el papel transfer donde se encontraba impreso el circuito, y de este modo obtener el circuito grabado en la placa.

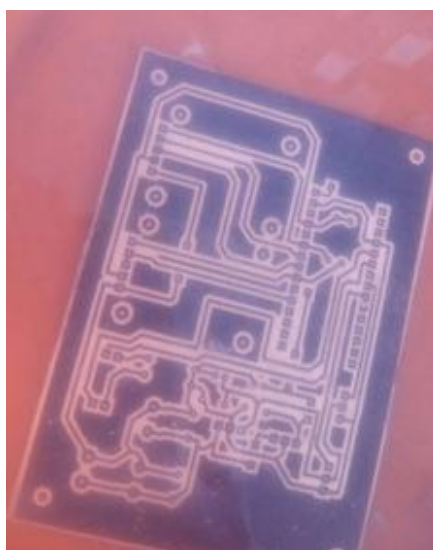


Figura 3.17: Placa sumergida en agua.

Para situar los diferentes elementos electrónicos en la placa, se procede a perforar la misma con brocas de distinto diámetro, tales como 0.8mm y 0.5mm.

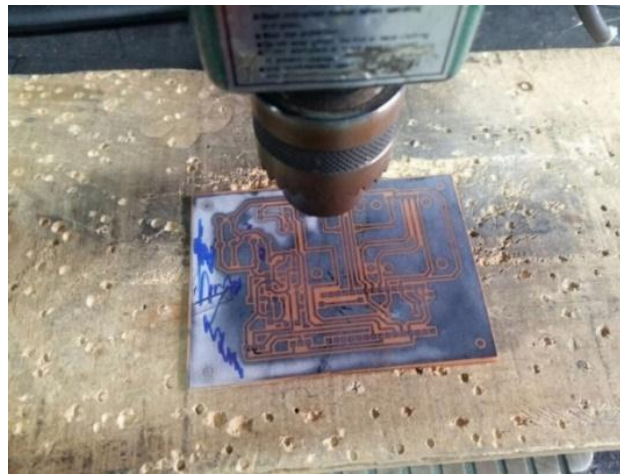


Figura 3.18: Taladrado de la placa impresa.

En la Figura 3.19, se procede a cortar el cable para colocar los circuitos con diferentes medidas para puentear el sistema y al otro lado se colocan puntos de suelda en los extremos usando estaño y una cera especial para lubricar el caudín.

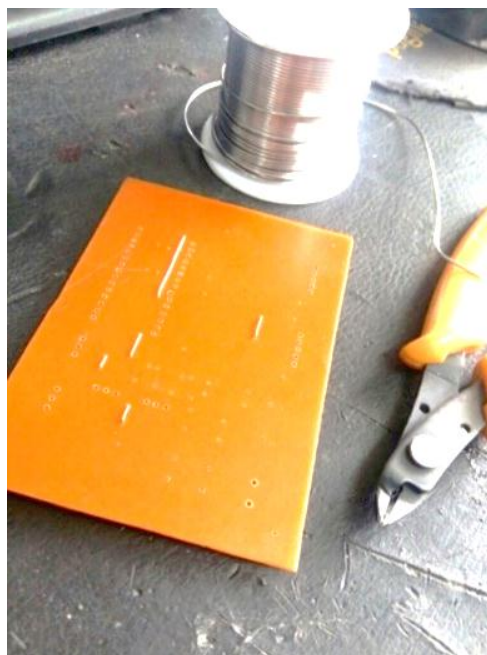


Figura 3.19: Construcción del sistema electrónico.

En la Figura 3.20 se colocan 4 resistencias, de las cuales 2 son de $10\text{ k}\Omega$ y las otras 2 son de $100\ \Omega$, se corta el exceso del alambre y se procede a soldar los extremos que serán utilizadas para proteger el sistema y evitar que existan picos de corriente.

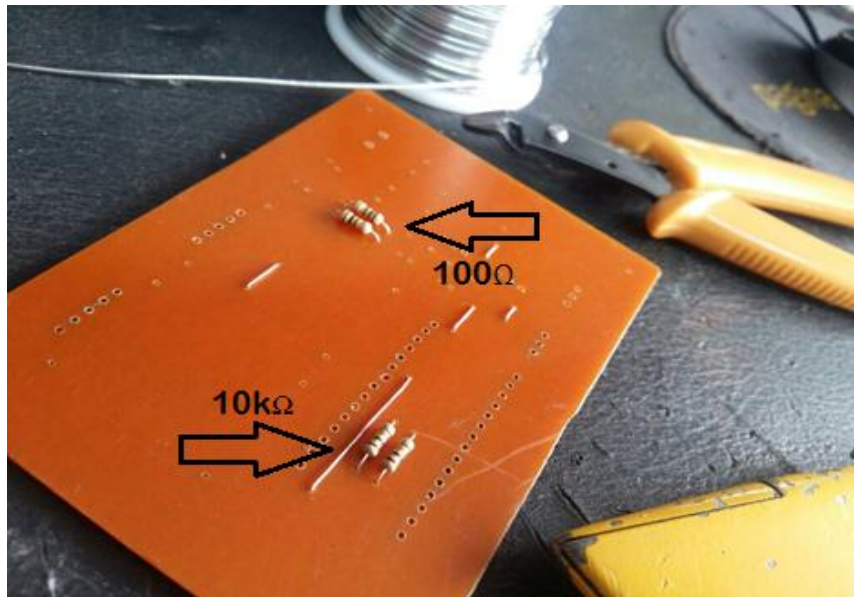


Figura 3.20: Construcción del sistema electrónico.

Se muestran los tipos de resistencias aplicadas en la construcción del circuito para garantizar la seguridad del mismo, como se observa en la Figura 3.21, se determinan los valores de la resistencia dependiendo del código de colores, la resistencia de $10\text{ k}\Omega$ y $100\ \Omega$ tienen una tolerancia del 5%, resisten a un voltaje máximo de 300 Volts, las cuales pueden ser fácilmente incorporadas tanto a un protoboard, como a una tablilla perforada. (Electrónica, 2015, pág. 1).



Figura 3.21: Resistencias usadas.

Fuente: (Inventable, 2015, pág. 1)

En la figura 3.22 se procede a colocar 8 condensadores, 2 de $470\mu\text{F}$, 2 de $10\mu\text{F}$ y 4 de $104\mu\text{F}$, algunos fueron doblados para que la altura del circuito no exceda la altura de los joysticks y de igual manera se soldó los extremos al lado posterior.

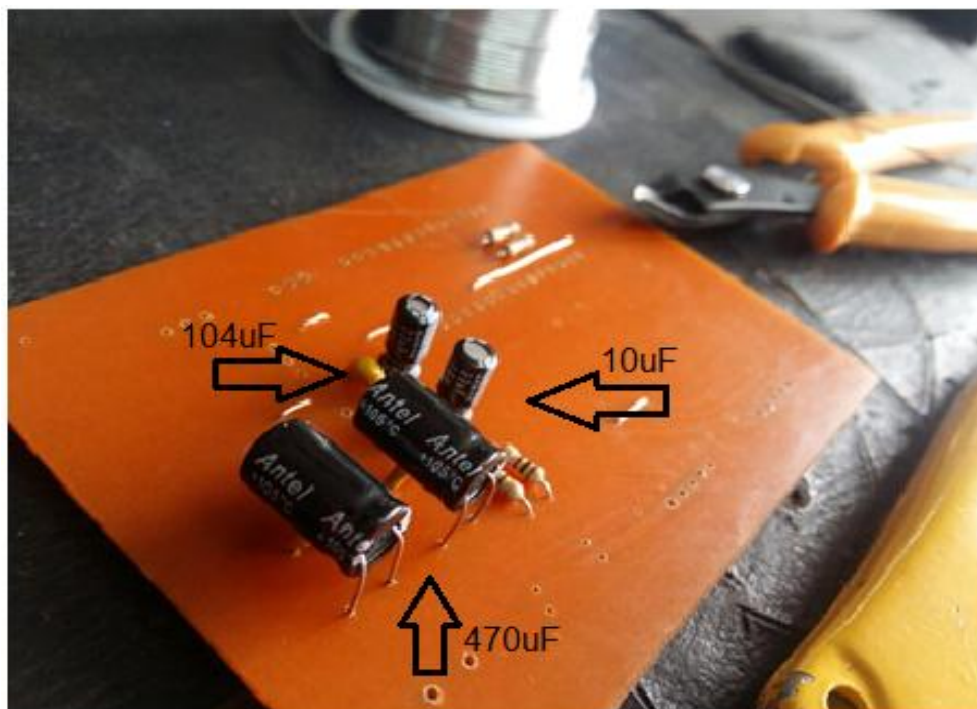


Figura 3.22: Construcción del sistema electrónico.

En la figura 3.23 se observa los condensadores utilizados para la realización del proyecto, estos son los encargados de almacenar la carga eléctrica utilizando dos placas o superficies conductoras en forma de láminas separadas por un material dieléctrico, es decir, un material aislante. (Toapanta, 2014 (Pg. 02))



Figura 3.23: Condensadores usados.

Fuente: (Newerner, 2014, (Pg. 02))

En la figura 3.24 se observa una bornera para los cables de alimentación positivo, negativo y también 2 luces LED de color rojo y amarillo. Los LED's indican que el sistema se está accionando mediante los joysticks.

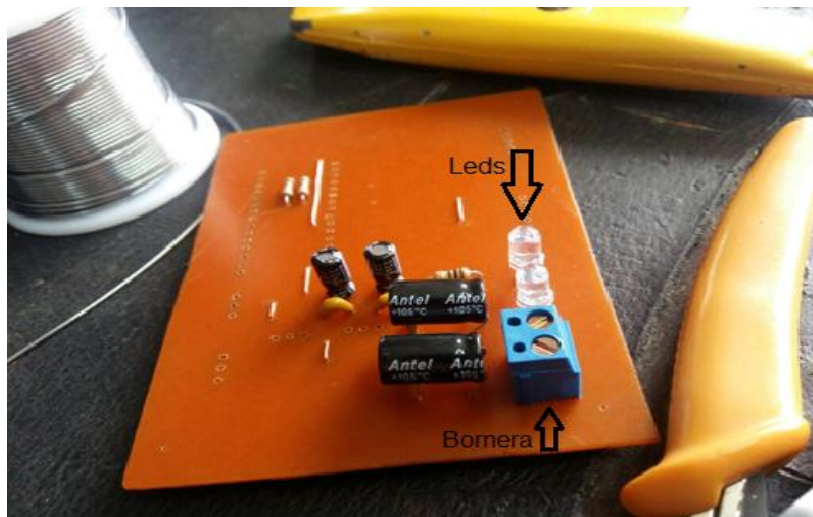


Figura 3.24: Construcción del sistema electrónico.

En la Figura 3.25 se observa los pines (hembra) donde estarán situados los joysticks y el arduino nano con los terminales necesarios para cada pin de cada elemento, 18cm x 18cm para el arduino nano y 5 para cada joystick. También se puede apreciar que se agregó un regulador de voltaje (7806) y al lado derecho de éste, 6 pines (macho) para las 2 conexiones de los servomotores (HS-755HB).

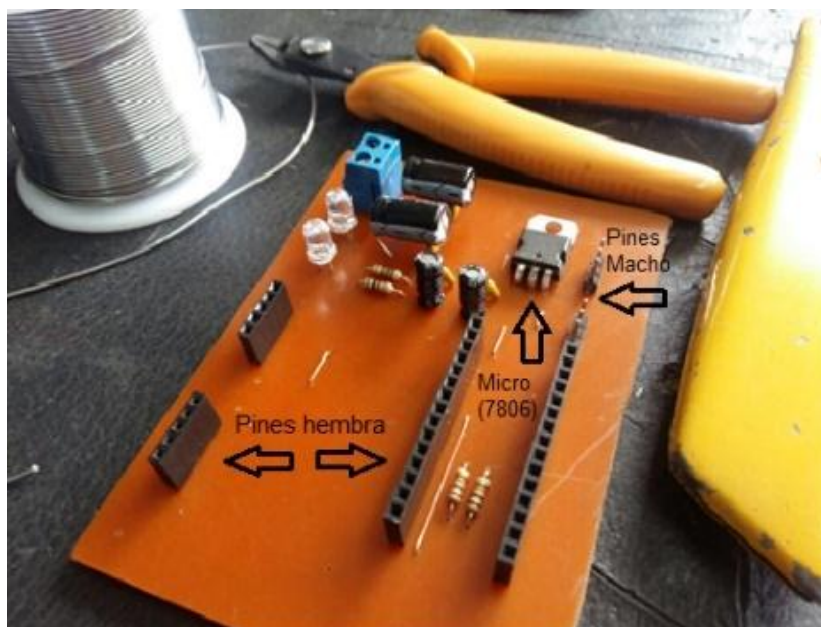


Figura 3.25: Construcción del sistema electrónico.

Como se observa en la figura 3.26 se encuentra conectados los elementos móviles (servomotores, joysticks y arduino nano), para el correcto funcionamiento del sistema se agregaron 2 tipos de regulador de voltaje el 7806 como fuente de alimentación positiva y

una salida de 6 Volts para la alimentación de los servomotores y el regulador 7808 como fuente de alimentación positiva y una salida de 8 Volts para la energizar el Arduino nano.



Figura 3.26: Construcción del sistema electrónico.

En la Figura 3.27, se agregó una placa disipadora de calor que va unida a los circuitos integrados para prevenir el recalentamiento de los mismos.

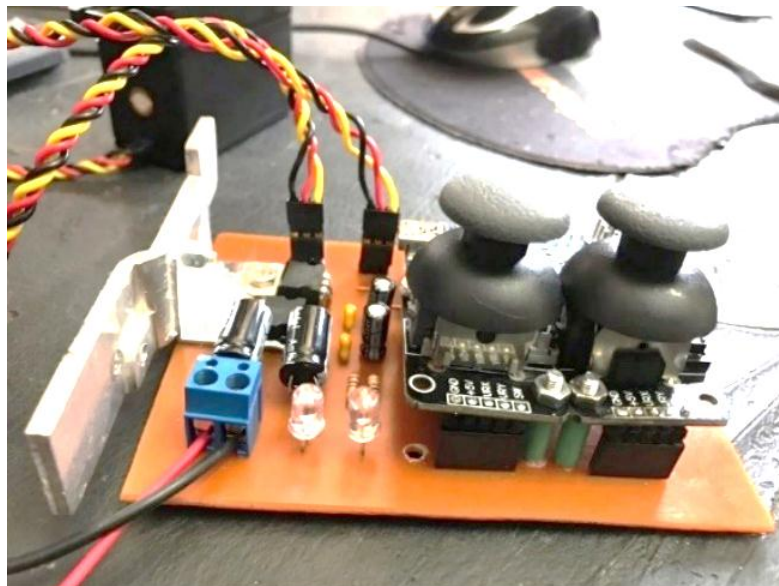


Figura 3.27: Construcción del sistema electrónico.

Para culminar el proyecto, en la Figura 3.28 se procede a instalar 2 ventiladores de 2,5cm para reducir en gran cantidad la temperatura ejercida por el constante trabajo del sistema,

los que se encargan de mantener una temperatura reducida y constante evitando daños que puedan afectar en el correcto funcionamiento.



Figura 3.28: Construcción del sistema electrónico.

3.5. Comprobación de encendido del circuito receptor

Para comprobar el funcionamiento del circuito, el cual cuenta con dos diodos LED, los cuales se encenderán uno a la vez, dependiendo de la posición en la que se encuentre el interruptor.

3.6. Partes del sistema de accionamiento.

Como se observa en la Figura 3.29, se detallan las partes del sistema de accionamiento de mando que serán operadas por el conductor.

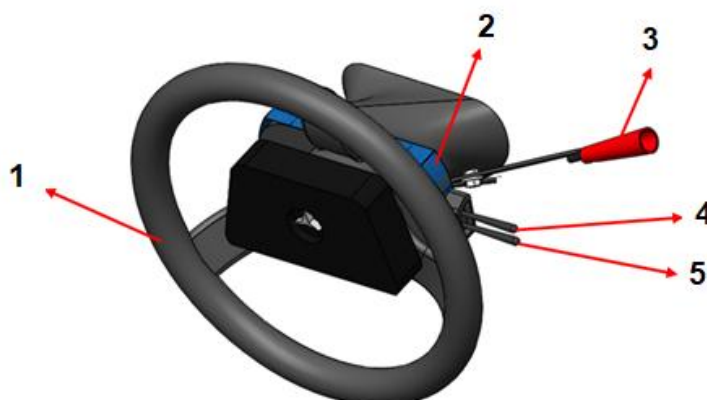


Figura 3.29: Partes del sistema de mando.

Fuente: (SolidWorks, 2017)

Donde:

- 1: Volante.
- 2: Correa de sujeción de las palancas de mando.
- 3: Palanca de accionamiento del freno de emergencia.
- 4: Palanca de accionamiento freno.
- 5: Palanca de accionamiento acelerador.

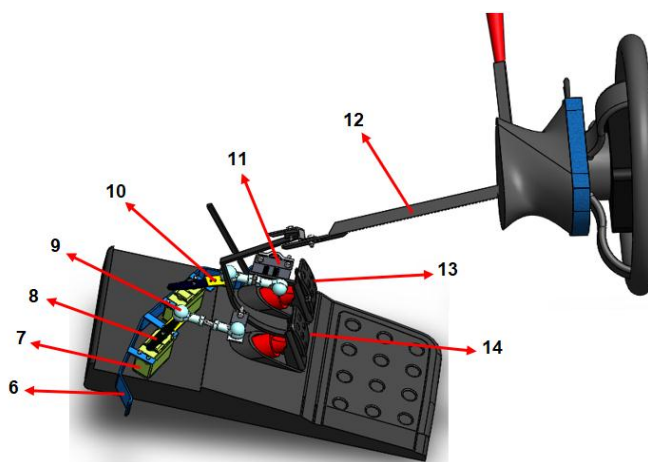


Figura 3.30: Partes del sistema de accionamiento.

Fuente: (SolidWorks, 2017)

Donde:

- 6: Placa de alojamiento de los servomotores.
- 7: Servomotores.
- 8: Aleta de giro.
- 9: Rótulas.
- 10: Acople de transferencia de movimiento.
- 11: Acople de movimiento del servomotor al pedal del acelerador.
- 12: Varillaje de accionamiento.
- 13: Pedal acelerador.
- 14: Pedal freno.

3.7. Descripción del funcionamiento.

El sistema electrónico de ayuda en el manejo inicia su operación cuando el conductor coloca la llave del Switch del vehículo en la posición start (12 Volts), el mencionado sistema está equipado con dos mandos electrónicos (joysticks), ubicados en la parte

posterior derecha del volante, los cuales comandan el acelerador y freno del automotor a voluntad y necesidad del conductor. Su funcionamiento se basa en oprimir las palancas de selección, sea de freno (4) o acelerador (5), las cuales envían una señal a los servomotores (7), los cuales se encuentran alojados en una placa (6) para su fijación, estos elementos realizan un giro angular para el pedal del freno, alrededor de 15° y del acelerador de 25° , (estos valores varían de acuerdo al modelo del vehículo), los cuales están acoplados a los brazos de los pedales. Para transformar el movimiento angular de los servomotores a movimiento lineal se requiere de rótulas (9) los cuales generan 3° de libertad, logrando de esta manera ejercer una fuerza de compresión requerida para la aceleración y frenado del vehículo. El sistema de ayuda en la conducción cuenta con una palanca (3), de accionamiento manual ubicada en la parte inferior izquierda del volante, acoplada directamente al pedal del freno, su función principal es accionar el freno de manera continua para poder ubicar la selección de marcha en modo parking (P), en la cual no hay fuerza de transmisión y debe seleccionarse esta posición cuando el vehículo este totalmente detenido. Este mecanismo cumple también la función de freno de emergencia.

3.8. Implementación del sistema de ayuda en el manejo en el vehículo Mitsubishi Lancer.

Según el (INEN), los vehículos adecuados para la implementación de este sistema de ayuda en el manejo son los vehículos denominados N1 y M1 detallados anteriormente, que no superan un peso de 3500 Kg y deben estar equipados con transmisión automática.



Figura 3.31: Vehículo a implementar el sistema.

3.9. Análisis de fallas.

Luego de realizar las primeras pruebas de funcionamiento por un lapso de 20 minutos, el sistema electrónico colapso debido a una falla en el regulador de voltaje instalado en la placa electrónica, por lo cual el circuito automáticamente se apagó.

La causa principal de fallo en los reguladores de voltaje es por la temperatura que soportan, las cuales son generadas en la placa electrónica.

El sistema constaba de un solo regulador de voltaje, el cual controlaba la cantidad de corriente para la alimentación a los dos servomotores, al momento de realizar su trabajo este elemento se sobrecargó al doble su capacidad y colapsó.

Para garantizar que la placa electrónica de gestión funcione de la mejor manera se optó por implementar dos reguladores de voltaje, es decir, un regulador para cada servomotor y colocar un elemento que tenga la capacidad de disipar el calor generado en la placa electrónica (ventiladores), logrando de esta manera mantener la temperatura adecuada del sistema de gestión electrónica.

Una vez realizados estos cambios en el sistema, se realizó nuevamente las pruebas de funcionamiento por un lapso de 5 horas, en el cual se comprobó el correcto funcionamiento del sistema, garantizando su fiabilidad.

3.10. Costos.

En la Tabla 3.2 se muestra la inversión realizada en el sistema de ayuda en el manejo en cuanto a sus materiales, licencias de programas, elementos mecánicos.

Tabla 3.2 Costos

Detalle	Materiales	Valor
Construcción Sistema Electrónico	Resistencias, reguladores de voltaje, ventiladores, arduino nano, cables, Joysticks, LEDs, servomotores.	\$600
Diseño del sistema	Licencias de programas para diseño. Cursos de aprendizaje de dichos programas.	\$200
Implementación del sistema electrónico	Rótulas, tornillos, arandelas, tuercas, placas de acero, suelda, resortes, tairas, pintura, fibra de vidrio.	\$500
Extras	Costos de alquiler de herramientas, transporte.	\$300
TOTAL		\$ 1600

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS.

Se realizó un diseño previo con las características y requerimientos que tienen las personas con paraplejía, este mecanismo fue diseñado mediante el software SolidWorks, teniendo como objetivo plasmar el esquema final del sistema de ayuda en la conducción, en lo referente a las adaptaciones mecánicas como se muestra en la Figura 4.1.

Se seleccionan los elementos electrónicos del sistema previa verificación de sus pruebas (FAT).

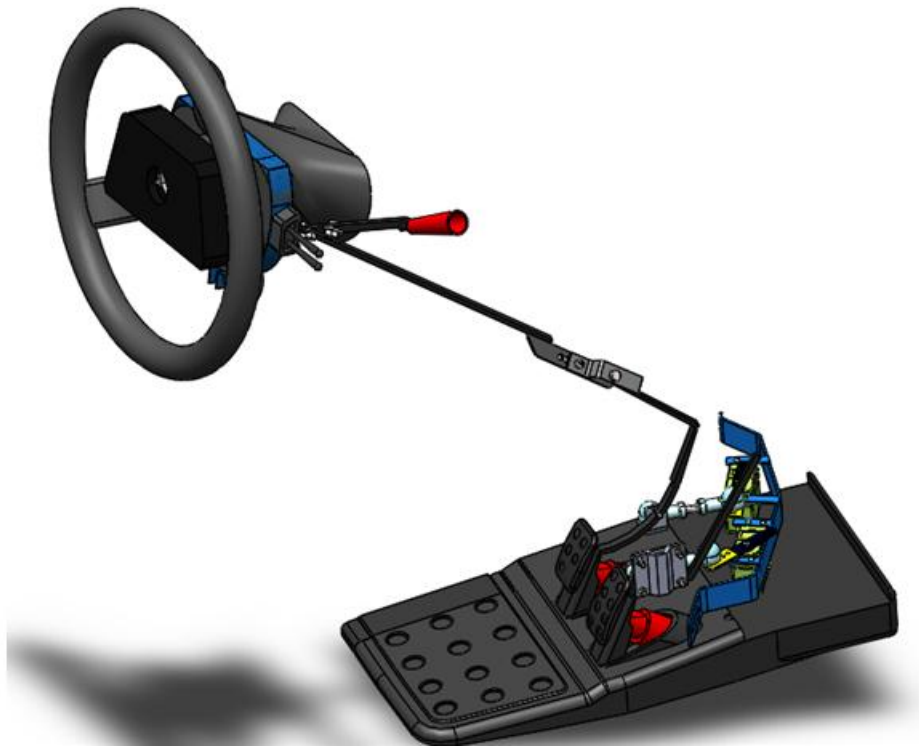


Figura 4.1 Diseño del sistema de ayuda en el manejo.

Fuente: Autores

Para comprobar el buen funcionamiento del sistema de ayuda en la conducción, se realizaron pruebas de la efectividad del mismo, se tomó como referencia una velocidad de conducción de 50 km/h, límite permitido en el perímetro urbano, establecido por la Agencia Nacional de Tránsito y por el lapso de 5 horas en la conducción en un tráfico moderado, en un trayecto alrededor de 240km empezando desde la ciudad de Ibarra hasta Cayambe 2 veces seguidas. En el cual estuvieron en constante actividad los mecanismos de accionamiento del freno y acelerador del vehículo.

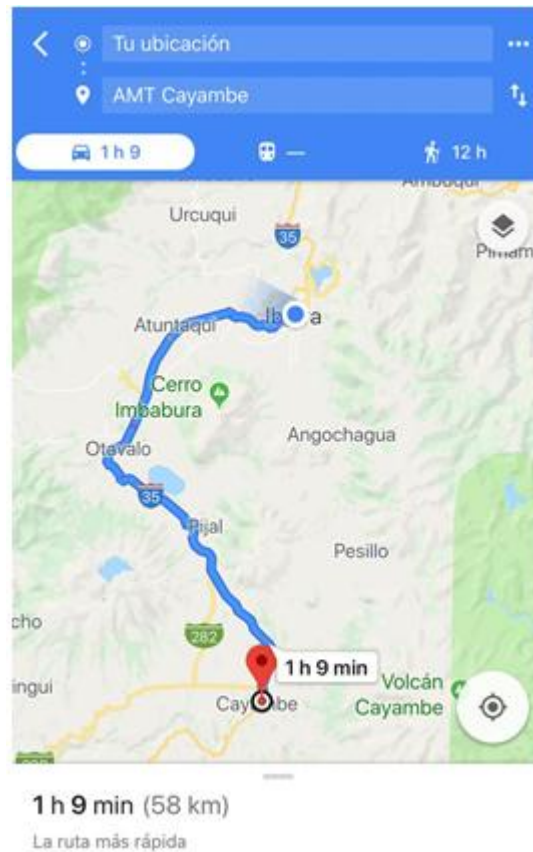


Figura 4.2: Trayectoria de comprobación del sistema electrónico de manejo.

Determinando de esta manera que la parte electrónica no sufre ningún desperfecto por elevación de la temperatura, y las adaptaciones mecánicas no presentaron ninguna falla en cuanto al accionamiento y desacople en el proceso de frenado y aceleración, además que la sensibilidad de respuesta al accionar las palancas de mando es inmediata.

Se comprobó la efectividad del varillaje del freno de emergencia activándolo y logrando detener completamente el vehículo en un tiempo de 2.5 segundos, tiempo comprobado por un cronómetro, a una velocidad de 50 km/h, dicho valor puede variar dependiendo del modelo del vehículo y la forma de conducción.

4.1. Comprobación del interruptor de mando.

Para comprobar el correcto funcionamiento de la palanca de mando del acelerador al momento de accionarlo, un diodo LED de color rojo se encenderá. De la misma manera se realiza la comprobación al accionar la palanca de mando del freno, cabe recalcar que el color del diodo LED al encenderse será de color amarillo. Con esto se comprueba que el sistema está funcionando correctamente y que los servos están recibiendo la señal.

4.2. Ventajas del sistema implementado.

Actualmente en el país la gran mayoría de automotores que poseen las personas con discapacidad, tienen una adaptación de palancas manuales que comandan el acelerador y el freno, este sistema ocasiona un gran problema, debido que para su adaptación debemos alterar la estética del vehículo como se aprecia en la Figura 4.3



Figura 4.3: Sistema mecánico de ayuda en la conducción.

Con el sistema de ayuda de conducción electrónica no será necesario alterar la estética interna del vehículo, debido a su fácil instalación y desmontaje de los diferentes componentes que integran el sistema, logrando de esta manera que la conducción sea mucho más autónoma y sencilla.

Actualmente la única institución certificada en el país que otorga la licencia tipo F para personas discapacitadas es la escuela de conducción ANETA, ya que tiene vehículos especialmente adaptados para el aprendizaje de la conducción de las personas con discapacidad.

4.3. Comparación del sistema mecánico con el sistema electrónico.

Actualmente en el país los automotores que poseen las personas con discapacidad, tienen una adaptación de palancas manuales para los pedales del freno y acelerador, como se observa en la Figura 4.4 Una desventaja predominante del sistema, es que para poder accionarlo se debe utilizar obligatoriamente una de las manos con lo cual el conductor pierde maniobrabilidad sobre el volante, el sistema electrónico de control, facilita la

maniobrabilidad del vehículo ya que los mandos de accionamiento se encuentran en la parte posterior del volante.



Figura 4.4: Sistema de palancas mecánico.

Otro gran problema es que, en su adaptación, el vehículo sufre daños en la parte física como se observa en la Figura 4.5, ocasionando pérdidas económicas al momento de venderlo.



Figura 4.5: Freno y acelerador mecánico.

En la Figura 4.6 se presenta otro diseño el cual puede ir instalado de manera rudimentaria estropeando la integridad del vehículo, se puede observar que existen perforaciones en los

pedales de control y éstos no serían necesarios usando el sistema diseñado en el presente proyecto.



Figura 4.6: Perforaciones pedales.

Otro inconveniente del sistema de palancas es que la persona discapacitada que lo maneja depende del uso de su fuerza en los brazos para presionar los pedales, reemplazado a las piernas, esto puede ocasionar que, en un viaje extenso, la persona presente agotamiento de los brazos, por lo que su seguridad puede estar en riesgo.

Con el nuevo sistema electrónico de manejo se corrigen todas esas fallas y se mantiene un costo bajo para el mercado actual. Primeramente, el sistema electrónico puede ser montable y desmontable para cualquier vehículo. Para poder usar este sistema el conductor nunca deberá soltar el volante por lo que su seguridad nunca estará en riesgo.

El sistema cuenta con servomotores para cada pedal, los que reemplazarán la función de las piernas, permitiendo al conductor acelerar y frenar solo con 2 dedos, y con una sensibilidad máxima para que no exista agotamiento.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES.

- Mediante la investigación realizada, el diseño electrónico y mecánico es adaptable para cualquier tipo de vehículo automático, porque posee acoples con recorridos variables en la platina base de 3,5cm, collarín con un tornillo de sujeción con mariposa de 4cm, placa de sujeción del sistema electrónico 18x18cm, facilitando así la instalación del sistema.
- La batería del automóvil tiene suficiente capacidad para abastecer el funcionamiento del módulo, ya que, ésta genera una corriente de 65 Amperios/hora y el módulo requiere una corriente de 23 mA, los motores consumen 10.9 amperios con lo cual se garantiza el correcto funcionamiento del módulo y no se produzcan errores en el control por bajos niveles de corriente y voltaje.
- Para la implementación de los sistemas de accionamiento se seleccionó los servomotores Hitec HS 755-HB debido al torque de 183.3 *oz · in* que éstos generan y es suficiente para accionar los pedales, además de sus ventajas como peso de 110g y velocidad de respuesta de 0,23sec.
- Para la ejecución del diseño fue tomado en consideración los requerimientos de las personas con paraplejia, con la finalidad de asegurar la ergonomía al momento de la conducción, en vehículos destinados a realizar adaptaciones debe tomar en cuenta que el peso bruto vehicular (PBV) no debe sobrepasar un peso de 3500kg, debido a que este es el máximo peso correspondiente a un vehículo clasificado como liviano, según la Agencia Nacional de Transito.
- El sistema requiere de 6 condensadores ubicados en paralelo, dos de 104 μf , dos de 10 μf y dos de 470 μf para controlar el voltaje de 6V que requieren los servomotores y también controlar el voltaje de 5V que requiere el controlador arduino nano.

5.2. RECOMENDACIONES.

- Plantear a futuro nuevas investigaciones partiendo del sistema electrónico de ayuda en el manejo, de forma que a través de nuevas tecnologías brinde mayor confiabilidad al conductor y sus pasajeros.
- Blindar los cables de conexión, desde los mandos electrónicos hacia los servomotores para evitar posibles cortocircuitos o desconexiones involuntarias.
- Investigar minuciosamente sobre mejoras en las adaptaciones en vehículos para discapacitados, ya que este grupo de personas se convierte en un reto claro, del que deberían tomar conciencia las autoridades para mejorar su movilidad independiente.
- Verificar que la barra del freno de emergencia no se encuentre accionada antes de poner el vehículo en marcha.
- Si una persona que no posee paraplejía desea utilizar el vehículo, debe retirar el fusible de entrada de energía para inhabilitar el sistema y así evitar daños a los servomotores.
- Mantener el sistema alejado del agua o cualquier líquido debido a que no posee una protección impermeable y podría llegar a dañar sus componentes electrónicos.
- La autonomía de este sistema requiere de los 12V provenientes de la batería, que alimenta a los elementos electrónicos, que forman la seguridad activa del vehículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agencia Nacional de Tránsito. (2018). *Agencia Nacional de Tránsito*. Obtenido de <https://www.ant.gob.ec/index.php/licencias/157-licencia-de-conducir-tipo-f-por-primera-vez>
2. Arcos, A. (2012 (Pg. 03)). *acerolamina*. Obtenido de placas de acero inoxidable, precios y características: <http://www.acerolamina.com/platina-de-acero-inoxidable.html>
3. Arduino. (5 de Mayo de 2013 (Pg. 02)). *electronica teoria y practica*. Obtenido de <http://electronica-teoriaypractica.com/caracteristicas-arduino-nano-328/>
4. Arrieta, R. (15 de Noviembre de 2016). *Auto Soporte*. Obtenido de <http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/471-conoce-el-sistema-de-acelereacion-electronico>
5. AutoData. (2016 (Pg. 25)). *Manuales técnicos y de reparación de vehículos*. Obtenido de Fichas técnicas de vehículos: <https://www.auto-data.net/es/mitsubishi-lancer-ix-1.6i-16v-98hp-automatic-28985>
6. Ballarín, P. (2014). *Biología y Geología*. Obtenido de http://biologia-geologia.com/BG3/762_lesiones_de_la_medula_espinal.html
7. Barrera, J. (03 de 2014 (Pg. 01)). *e-auto*. Obtenido de Sensor TPS - Sensor de posición del acelerador : http://www.e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=227
8. Bauman, R. (2010 (Pg. 06)). *Funcionamiento del sistema de frenado*. Obtenido de Sistema de frenos: <http://www.areatecnologia.com/mecanismos/sistema-de-frenos.html>
9. Bolaños, V., & Uterras, E. (Marzo de 2010). *Tesis*. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1/T-ESPEL-0703.pdf>
10. Boylestad, R. (2009). *Teoría de Circuitos y Dispositivos electrónicos*. Pearson.
11. Budynas, R., & Nisbett, K. (2006). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México: McGrawHill.

12. Caizaluisa, F., & Chillogallo, S. (Enero de 2012). *Tesis*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1752/13/UPS-CT002327.pdf>
13. Castellero, O. (2017). *Psicología y mente*. Obtenido de <https://psicologiymente.net/salud/tipos-de-discapacidad-fisica>
14. Castillo, C. (2016). *Transmisión automática*. Obtenido de <https://www.taringa.net/posts/autos-motos/10908206/Sistemas-de-transmision-manual-y-automatica.html>
15. CONADIS. (2017). *planificacion.gob*. Obtenido de <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/09/Agenda-Nacional-para-Discapacidades.pdf>
16. CONADIS. (2017, (Pg. 12)). *Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades*. Obtenido de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>
17. CONADIS. (2 de Enero de 2018). *CONADIS*. Obtenido de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadistica/index.html>
18. Coopertec. (2018 (Pg. 01)). *Elementos electrónicos de uso convencional*. Obtenido de Modulo Joystick Analógico C/ Pulsador - Arduino - Coopertec: <http://www.shops.coopertec.com.ar/modulo-joystick-analogico-c-pulsador-arduino-coopertec-90114306xJM>
19. Corral, V., & etal. (2006). *Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica*. Obtenido de congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/31/31-01.doc
20. Dani. (2014). *Aficionados a la mecánica*. Obtenido de http://www.aficionadosalamecanica.net/sistema_abs.htm
21. DELHI-NCR. (2018 (Pg. 01)). *rees52*. Obtenido de ARDUINO NANO AR008: <http://rees52.com/227-arduino-nano.html>
22. Díaz, R. (2009 (Pg. 23)). Discriminación a discapacitados. En R. Díaz, *Tópicos de Comunicación* (págs. 22-25). Morrisville: Lulu. Inc.

23. Diosdado, R. (2015 (Pg. 03)). *Zona Maker*. Obtenido de Electrónica aplicada: <https://www.zonamaker.com/electronica/intro-electronica/componentes/la-resistencia>
24. Dols, J. (2013). *Tesis*. Obtenido de www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/reducida.pdf
25. Dynamo. (2018, (Pg. 01)). *dynamo electronics*. Obtenido de Somos una empresa Colombiana fundada en el año 2006 que busca un mejoramiento social por medio del desarrollo científico y tecnológico, en donde la tecnología esté al alcance de todos: <https://www.dynamoelectronics.com/servomotores-rc/283-servo-hs-755hb-hitec.html>
26. EcuRed. (2016 (Pg. 01)). *Componentes electrónicos pasivos*. Obtenido de Resistencias : https://www.ecured.cu/Componentes_electr%C3%B3nicos_pasivos
27. ECURED. (2 de Marzo de 2018). *ECURED*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Componentes_electronicos_pasivos
28. Electrónica. (5 de Diciembre de 2013). *Electrónica, teoría y práctica*. Obtenido de <http://electronica-teoriaypractica.com/caracteristicas-arduino-nano-328/>
29. Electrónica. (2015). *Nextia Fenix*. Obtenido de <https://www.nextiafenix.com/producto/resistencia-10k-1w4/>
30. Espinoza, N. (2 de Agosto de 2014). *Programar un arduino*. Obtenido de <https://www.azulweb.net/arduino-basico/>
31. Etools. (2017 (Pag. 02)). *electron tools*. Obtenido de Reguladores de voltaje, funcionamiento y características: <http://www.electrontools.com/Home/WP/2016/03/09/regulador-de-voltaje-7805/>
32. Fernández, A. (15 de Febrero de 2006 (Pg. 01)). *webmati.es*. Obtenido de http://www.webmati.es/index.php?option=com_content&view=article&id=46:terminos-adecuados-para-referirnos-a-personas-con-discapacidad&catid=12&Itemid=163

33. Ferreyra, G. (18 de 09 de 2012 (Pg. 01)). *¿Cómo adaptar un auto para personas con discapacidad?* Obtenido de Unidad de Control Manual: <http://noticias.ve.autocosmos.com/2012/09/18/como-adaptar-un-auto-para-personas-con-discapacidad>
34. Fierro, L. (14 de Febrero de 2011). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/48820403/Reguladores-de-tension-78xx-y-79xx>
35. Freire, W. (2017). *FREIMO*. Obtenido de <http://www.freimo.com/patologia/Concepto-Monoplejia.html>
36. Garcia, A. (2 de Diciembre de 2016). *panama hitek*. Obtenido de <http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>
37. García, G. (2017). *Cuerpo de aceleración*. Obtenido de <http://www.autodaewoospark.com/cuerpo-aceleracion-valvula-IAC-sensor-TPS-Aveo.php>
38. Gieck, K., & Gieck, R. (2003). *Manual de fórmulas técnicas*. México: Alfaomega.
39. Gil, J., & etal. (2002). *Manual de mecánica industrial*. Madrid: Cultural S.A.
40. Gonzales, A. (15 de Mayo de 2014). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/AlanFher/elementos-pasivos-y-activos-en-un-circuito-elctrico>
41. Gonzales, A. (2014). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/AlanFher/elementos-pasivos-y-activos-en-un-circuito-electrico>
42. Gonzalez, A. (2014 (Pg. 04)). *Elementos pasivos y activos en un circuito eléctrico*. Obtenido de *Electrónica aplicada*: <https://es.slideshare.net/AlanFher/elementos-pasivos-y-activos-en-un-circuito-elctrico>
43. González, A. G. (22 de 03 de 2013 (Pg. 03)). *Conceptos básicos de electricidad: La ley de Ohm*. Obtenido de <http://panamahitek.com/conceptos-basicos-de-electricidad-la-ley-de-ohm/>

44. Gonzalez, R. (20 de Febrero de 2010). *Catarina.udlap*. Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/gonzalez_r_ja/capitulo2.pdf
45. Guest. (15 de Enero de 2009). *SlideShare*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/guest64afc9/componentes-electronicos-presentation>
46. Hernandez, L. d. (2015). *Programar Facil*. Obtenido de <https://programarfacil.com/tutoriales/fragmentos/servomotor-con-arduino/>
47. Ibañez, J. (2011 (Pg. 07)). Mundo Motor. En C. d. especiales, *Vehículos con adaptaciones especiales*. Andorra: McMillian.
48. INEN. (2017). *consejodiscapacidades*. Obtenido de http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/normas_inen_acceso_medio_fisico.pdf
49. *ingemecanica*. (2015). Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn100.html>
50. Inventable. (2015). *Inventable en electrónica simple y clara*. Obtenido de <https://www.inventable.eu/paginas/ResCalculatorSp/ResCalculatorSp.html>
51. *inventable.eu*. (s.f.). Obtenido de <https://www.inventable.eu/paginas/ResCalculatorSp/ResCalculatorSp.html>
52. Jordan, M. (15 de Noviembre de 2011). *edmunds*. Obtenido de <https://www.edmunds.com/mitsubishi/outlander-sport/2011/long-term-road-test/2011-mitsubishi-outlander-sport-mysteries-of-the-cvt.html>
53. Lee, J. H. (20 de Febrero de 2003, (Pg. 20)). *sparkfun*. Obtenido de Robótica, sistemas de electrónica: <http://cdn.sparkfun.com/datasheets/Robotics/33755.pdf>
54. Llamas, L. (8 de Julio de 2016). *Ingeniería, informática y diseño*. Obtenido de <https://www.luisllamas.es/arduino-joystick/>

55. Lonto, F. (2011 (Pag. 03)). *Diodos, componentes y características*. Obtenido de The Light Emitting Diode: <http://www.writeopinions.com/light-emitting-diode>
56. López, M., & Gonzales, M. (Febrero de 2001). *Tráfico*. Obtenido de <http://www.dgt.es/revista/archivo/pdf/num146-2001Minusva.pdf>
57. Lynxmotion. (2005). Lynxmotion user manual. Pekin.
58. Mata, E. (5 de Octubre de 2015). *Explicación de tipos de palancas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/283753983/PALANCAS>
59. Maxel, R. (10 de Junio de 2011 (Pg. 03)). *indubal*. Obtenido de Componentes del sistema de frenos: <https://blog.indubal.com/2011/06/10/como-se-compone-el-sistema-de-frenos-de-un-auto/>
60. *mecanica automotriz hola*. (29 de Enero de 2012). Obtenido de <http://hola-mecanicaautomotriz.blogspot.com/2012/01/sistema-de-frenos.html>
61. Mecatrónica. (5 de Mayo de 2014). *Mecatrónica*. Obtenido de <https://www.unioviado.es/ate/majopri/docencia/mecatronica/ftos/docs/1-Pasivos.pdf>
62. meganeboy, D. (2009). *aficionados a la mecanica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios9.htm>
63. Merchán, L., & Montalvo, L. (2010). *Tesis*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/3965/1/UPS-CT001961.pdf>
64. Montenegro, R. (Marzo de 2014). *Panamahitec*. Obtenido de panamahitec.com/joysticks-en-arduino/
65. Motor pasión. (19 de Febrero de 2013). *Motor pasión*. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-los-frenos>
66. Motorgiga. (2012). *Soldadura*. Obtenido de <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/autogena-soldadura-definicion-significado/gmx-niv15-con365.htm>

67. Muñoz, L., & etal. (2014). *Electricidad y Corriente*. Obtenido de <https://electropage.es.tl/Elementos-Activos.htm>
68. Newerner, T. (2014, (Pg. 02)). *area tecnologia*. Obtenido de Condensadores eléctricos: <http://www.areatecnologia.com/electricidad/condensador.html>
69. Newman, F. (2017 (Pg. 01)). *Wow cars*. Obtenido de Fichas técnicas de vehículos: <http://wowcarsales.com/sale/2005-mitsubishi-lancer-ch-my06-es-white-manual-5sp-m-sedan-14163/au>
70. Ortega, A. (18 de Febrero de 2014). *Youngmarketing*. Obtenido de <http://www.youngmarketing.co/kenguru-primer-automovil-personas-silla-de-ruedas/>
71. PatagoniaTec. (2016 (Pg. 01)). Arduino nano. En P. Technology, *Arduino, sistemas de memoria, comunicación y drivers*. <http://saber.patagoniatec.com/arduino-nano-328-arduino-atmega-clon-compatible-arduino-argentina-ptec/>.
72. Perez, F. (2001). *Tesis*. Obtenido de biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/0/D0052001.pdf
73. Plan Nacional del Buen Vivir. (Marzo de 2018). *Buen vivir plan nacional*. Obtenido de www.buenviviv.gob.ec/versiones-plan-nacional
74. Porto, J., & Gardey, A. (2017). *Baquelita*. Obtenido de <https://definicion.de/baquelita/>
75. Prado, J. d. (5 de Octubre de 2017 (Pg. 03)). *Business School*. Obtenido de <https://www.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/los-mandos-de-accionamiento-en-el-diseno-de-un-puesto-de-trabajo/>
76. Proserquisa. (13 de Octubre de 2016). *Cursorarduino*. Obtenido de <http://cursoarduino.proserquisa.com/2016/10/13/tutorial-25-modulo-joystick-ky-023/>
77. Proteus. (2011). Proteus.

78. Pulupa, L. (Marzo de 2017). *Tesis*. Obtenido de <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1894/1/T-UIDE-1420.pdf>
79. Restrepo, A. (15 de Febrero de 2012). *Sura*. Obtenido de <https://www.sura.com/blogs/autos/como-funcionan-frenos.aspx>
80. Revista Salud Vial. (2002 (Pg. 05)). Salud. *Salud Vial*.
81. Roca, D. (2 de Diciembre de 2013 (Pg. 07)). *Tratamiento y Enfermedades*.
82. Roshfrans. (2015). *Funcionamiento de la transmisión automática*. Obtenido de <http://www.roshfrans.com/el-funcionamiento-de-la-transmision-automatica/>
83. Rowe, R. (2015 (Pg. 02)). *Cuerpo Aceleracion*. Obtenido de Cuerpo de aceleración, operación de la mariposa y propóculo del mismo: <https://www.geniolandia.com/13121131/cual-es-la-funcion-del-cuerpo-del-acelerador>
84. RTR Energía. (2012). *Condensadores Eléctricos*. Obtenido de http://www.rtrenergia.es/downloads/condensadores_2012.pdf
85. Ruiz, J. F. (2 de Mayo de 2008). *bvsde*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/reducida.pdf>
86. Salinas, P. (Septiembre de 2008). *SENA*. Obtenido de www.tecnica1lomas.com.ar/tutoriales/manual-proteus.pdf
87. Schwoch. (s.f.). *Manual Practico del Automovil*. Reverté S.A.
88. Senplades. (2013 (Pg. 185)). *La Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades)*. Obtenido de Plan nacional del desarrollo / Plan nacional para el buen vivir 2013 - 2017: https://issuu.com/buen-vivir/docs/plan_nacional_para_el_buen_vivir_2013_2017?e=8910223/4403527
89. Servodatabase. (2009). *Especificaciones servomotores*. Obtenido de <https://servodatabase.com/>

90. SMD, E. (2016, (Pg. 03)). *Electronica SMD*. Obtenido de Reguladores de Voltaje:
<https://www.electronicasmd.com/productos/circuitos-integrados/reguladores/>
91. SolidWorks. (2017). SolidWorks.
92. Solver, A. (29 de Julio de 2009). *Foros electrónica*.
93. Technology. (2018). *Pico technology*. Obtenido de
<https://www.picoauto.com/es/library/automotive-guided-tests/sensor-del-pedal-del-acelerador/>
94. Tecnología. (2014). *Tipos de soldadura*. Obtenido de
<http://www.areatecnologia.com/tipos-de-soldadura.html>
95. Tecnologías. (24 de Mayo de 2015). *Tecnologías sagrado corazón pontevedra*. Obtenido de
<https://tecnologiascp.wordpress.com/tecnologias-3/04-electronica/tipos-de-condensadores/>
96. Toapanta, F. (2014 (Pg. 02)). *Tgnólogos electrónicos*. Obtenido de Condensadores y componentes electrónicos:
<http://www.areatecnologia.com/electricidad/condensador.html>
97. Torralba, P. (2004 (Pg. 10)). *biblioteca.ucm.es*. Obtenido de Vehículos especiales:
<http://biblioteca.ucm.es/tesis/19911996/D/0/D0052001.pdf>
98. Universo, E. (2009, (Pg. 02)). *El gran problema de los discapacitados son los prejuicios sociales*. Obtenido de Problemas sociales:
<https://www.eluniverso.com/2009/01/23/1/1382/22D6EDC519AC4F8E9024EE4666500879.html>
99. Vindas, C. (2014). *Proyectos de electrónica*. Obtenido de
<http://www.proyectoelectronico.com/fuentes-reguladores/reguladores-lineales-7805-7808.html>
100. WorldCam. (2012). *Especificacione Arduino Nano*. Obtenido de
<https://worldcamdemexico.com/productos/Fichas/AR-NANO.pdf>

101. Zamora, A. (5 de Abril de 2016). *330 Ohms*. Obtenido de <https://www.330ohms.com/blogs/blog/114183172-arduino-mini-micro-y-nano-que-tan-diferentes-son>
102. Zamudio, J. (4 de Mayo de 2016). *Geek Factory*. Obtenido de <https://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-arduino/diagrama-de-pines-arduino/>

ANEXOS

ANEXO I

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ATMEGA 328: circuito integrado de alto rendimiento.

USB: universal serial bus.

SPI: protocolo de transmisión de datos.

GND: tierra.

EEPROM: electrically erasable programmable read-only memory.

PWM: modulación por ancho de pulsos.

PBV: peso bruto vehicular.

Fulcro: Punto de apoyo.

Rótulas: elemento mecánico que permite movimiento en los 3 ejes.

CONADIS: Consejo Nacional de Discapacidades.

INSIA: Instituto Universitario de Investigación del Automóvil.

APP: acelerador pedal position.

LED: diodo emisor de luz.

IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers.

ECU: Engine Control Unit.

ECM: Electronic Control Module.

FAT: Factory Acceptance Testing

ANEXO II

POLÍTICAS GENERALES DEL CONSEJO NACIONAL DE DISCAPACIDADES.

- Priorizar las acciones de prevención de las deficiencias, discapacidades y minusvalías como una responsabilidad de toda la sociedad y el estado.
- Impulsar programas de detección, diagnóstico y tratamiento de las deficiencias.
- La educación de las personas con discapacidad debe desarrollarse preferentemente en el medio escolar regular, contando con los apoyos y recursos necesarios para su atención. En los casos en que por su grado de discapacidad no es posible integrarlos a la educación regular, proporcionar atención educativa en las instituciones y servicios de educación especial.
- Fortalecer la existencia de servicios de rehabilitación funcional y entrenamiento para la autonomía personal.
- Fortalecer los programas de rehabilitación profesional, incluyendo la orientación y capacitación profesional y el empleo como fin último del proceso de rehabilitación integral.
- Impulsar medidas tendientes a la integración social apoyo para el desenvolvimiento en la vida diaria de las personas con discapacidad.
- Impulsar medidas tendientes a la protección social, económica y jurídica de las personas con discapacidad.
- Implementar servicios sociales como información, ayuda a domicilio y centros de recursos para favorecer la integración de las personas con discapacidad.
- Proceder a la formación, capacitación y perfeccionamiento de los recursos humanos involucrados en la rehabilitación integral de las personas con discapacidad.
- Desarrollar acciones de información y difusión en el ámbito de las discapacidades tendientes a la sensibilización de la sociedad.
- Impulsar la ejecución de investigaciones tendientes a conocer la situación y las necesidades de la población discapacitada. Así mismo existen las Políticas Sectoriales, como, por ejemplo, en el área de la salud, de la educación, etc. (CONADIS, planificacion.gob, 2017)

ANEXO III

POLÍTICAS PARA DISCAPACIDADES EN EL SECTOR DE BIENESTAR SOCIAL.

El Estado ecuatoriano a través del Ministerio de Bienestar Social y de las Instituciones públicas y privadas que tienen relación con la atención social:

- Garantizará la protección social, seguridad social especial y atención legal de las personas con discapacidad.
- Dotará de servicios sociales que garanticen la rehabilitación integral de las personas con discapacidad, permitiendo la equiparación de oportunidades especialmente en lo relacionado con educación, trabajo, vivienda y recreación.
- Desarrollará programas y servicios de protección destinados a personas con discapacidades múltiples, así como a aquellos en condiciones de orfandad y pobreza.
- Promoverá y fortalecerá la formación de organizaciones de personas con discapacidad para su participación plena en el desarrollo de la sociedad.
- Promoverá la solidaridad, apoyo y respeto de la sociedad hacia las personas con discapacidad. (CONADIS, planificacion.gob, 2017)

ANEXO IV

POLÍTICAS PARA DISCAPACIDADES EN EL SECTOR TRABAJO

El Estado ecuatoriano a través del Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos:

- Garantizará una óptima coordinación de los servicios de educación, salud y bienestar social con la formación profesional y ocupacional, a fin de posibilitar una adecuada inserción laboral.
- Establecerá los mecanismos más idóneos de coordinación entre los sectores de salud, educación y trabajo tanto de las instituciones públicas como privadas en el contexto de la prevención de accidentes de trabajo, de enfermedades profesionales, mediante la salud ocupacional y la seguridad industrial.
- Garantizará la formación, adiestramiento y readaptación profesional de las personas con discapacidad que no puedan obtener y conservar un empleo en los sectores formal e informal de trabajo, o como forma autónoma, previa a la integración laboral regular estable.
- Impulsará la creación y fortalecimiento de instituciones crediticias y de apoyo financiero en condiciones preferenciales, orientadas a la formación de unidades productivas para personas con discapacidad.
- Establecerá como modelo de rehabilitación integral las fases de evaluación, orientación, adaptación, formación profesional, ubicación laboral y seguimiento.
- Fortalecerá y reorientará los centros de formación y rehabilitación profesional y ocupacional en el país. (CONADIS, planificacion.gob, 2017)

ANEXO V

NORMAS TÉCNICAS ECUATORIANAS DE ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO

- NTE INEN 2 239 Señalización
- NTE INEN 2 240 Símbolo Gráfico, Características Generales 139
- NTE INEN 2 243 Vías de Circulación peatonal
- NTE INEN 2 244 Edificios. Agarraderas, Bordillos y Pasamanos
- NTE INEN 2 245 Edificios. Rampas fijas
- NTE INEN 2 246 Cruces Peatonales a Nivel y a Desnivel
- NTE INEN 2 247 Edificios. Corredores y Pasillos. Características Generales.
- NTE INEN 2 248 Estacionamientos
- NTE INEN 2 249 Edificios. Escaleras
- 12. NTE INEN 2 291 Tránsito y Señalización
- 13. NTE INEN 2 292 Transporte
- 14. NTE INEN 2 293 Área Higiénico Sanitaria
- 15. NTE INEN 2 299 Ascensores
- 16. NTE INEN 2 300 Espacios, Dormitorios
- 17. NTE INEN 2 301 Espacios, Pavimentos
- 18. NTE INEN 2 309 Espacios de Acceso, Puertas (INEN, 2017)

ANEXO VI

DIAGRAMA DE PINES ARDUINO NANO

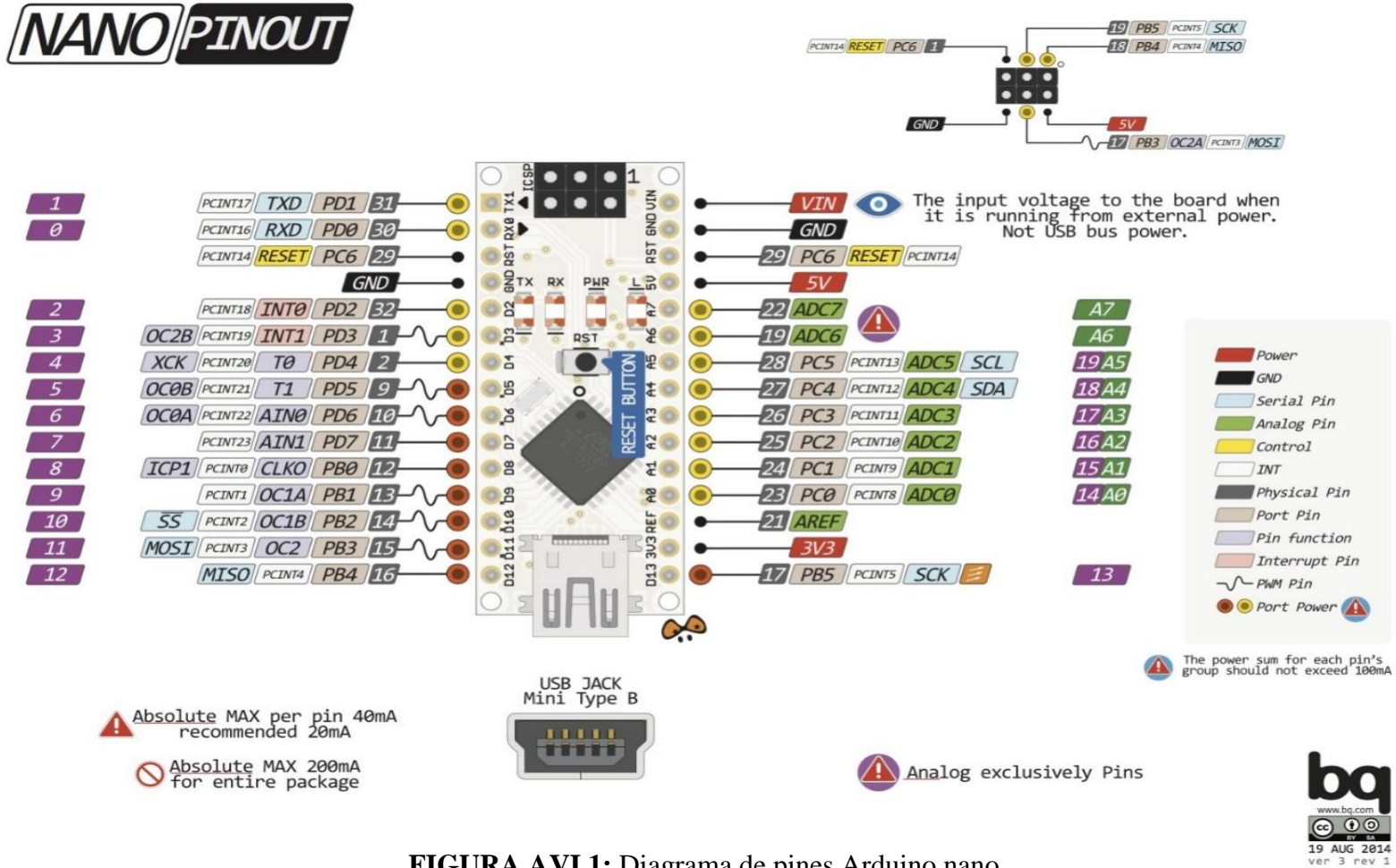


FIGURA AVI.1: Diagrama de pines Arduino nano.

Fuente: (Zamudio, 2016)

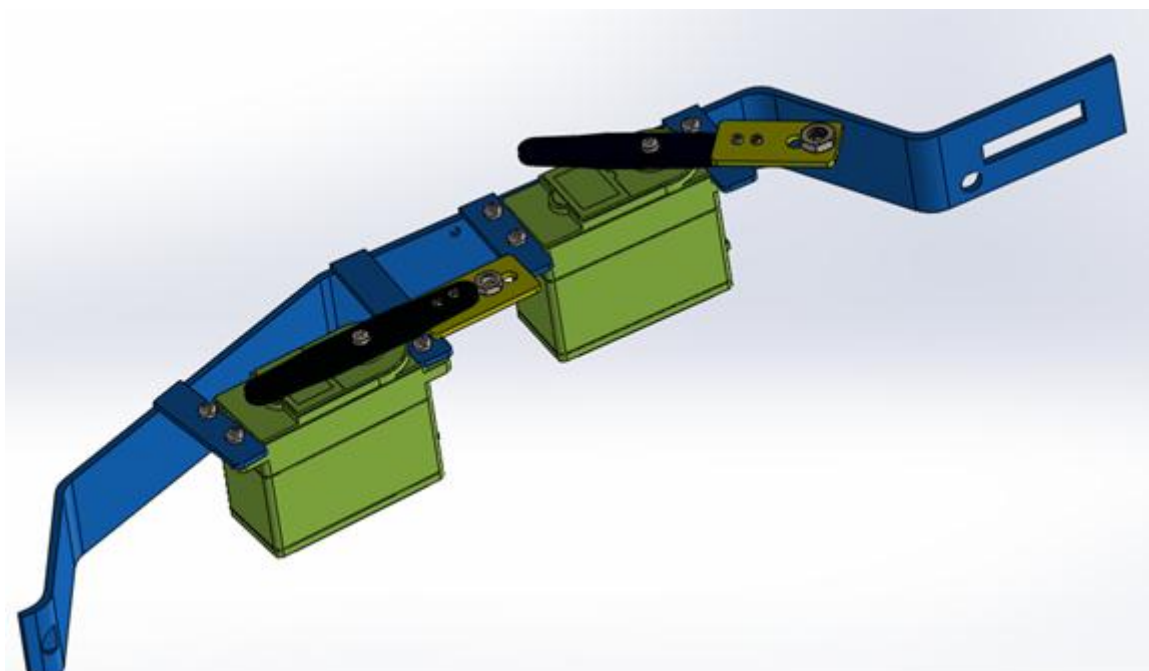
ANEXO VII**DISEÑO DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR**

FIGURA AVII.1: Diseño del sistema electrónico de manejo (Anexo 12,14,17,18)

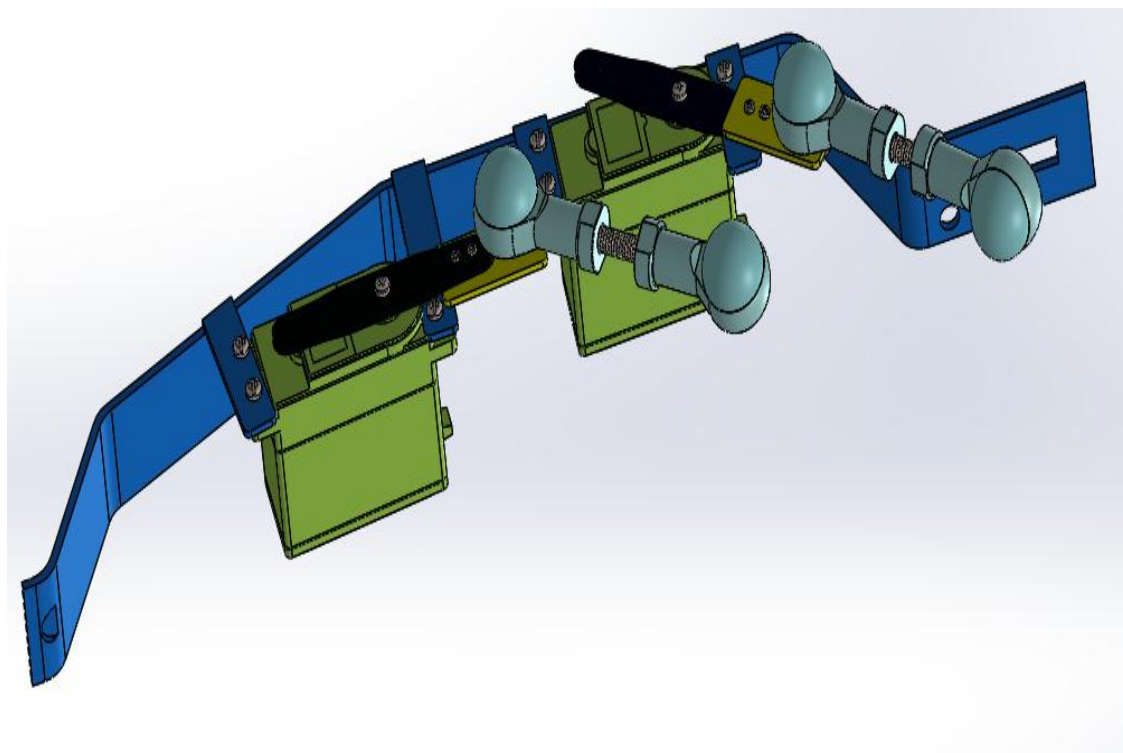


FIGURA AVII.2: Diseño de los acoples del sistema (Anexo 12,14,16,17,18)



FIGURA AVII.3: Diseño de la palanca de freno de emergencia (Anexo 19)



FIGURA AVII.4: Diseño de los mandos de control (Anexo 15)



FIGURA AVII.5: Sujeción de palanca de freno de emergencia (Anexo 15,19)

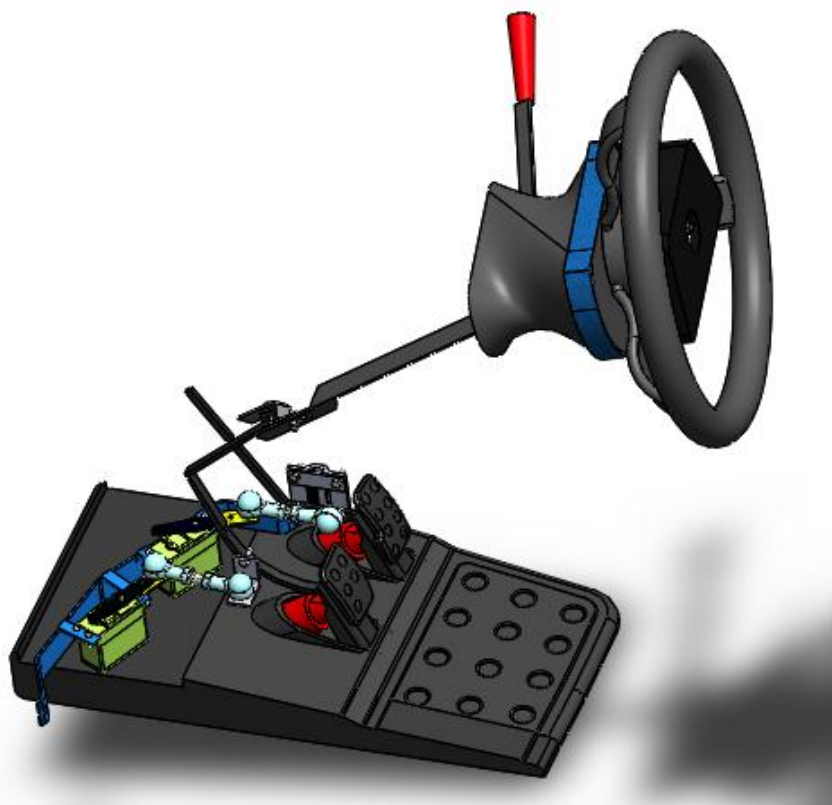


FIGURA AVII.6: Diseño completo del sistema de manejo (Anexo 20)

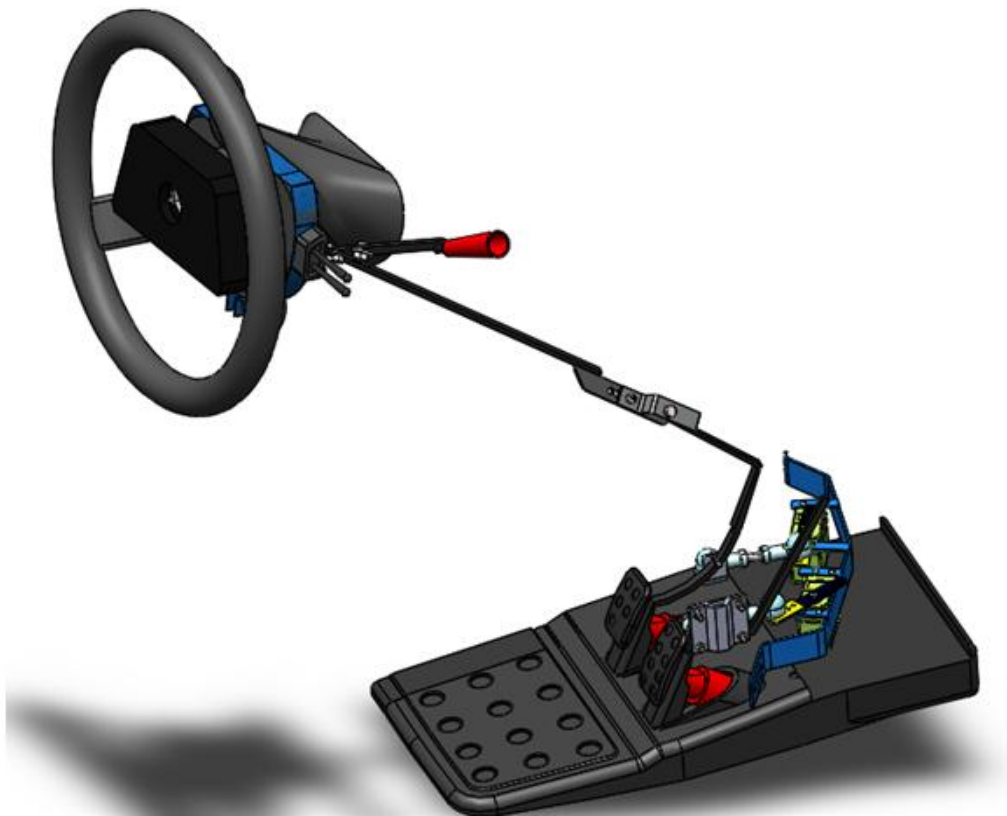


FIGURA AVII.7: Vista lateral del sistema (Anexo 20)

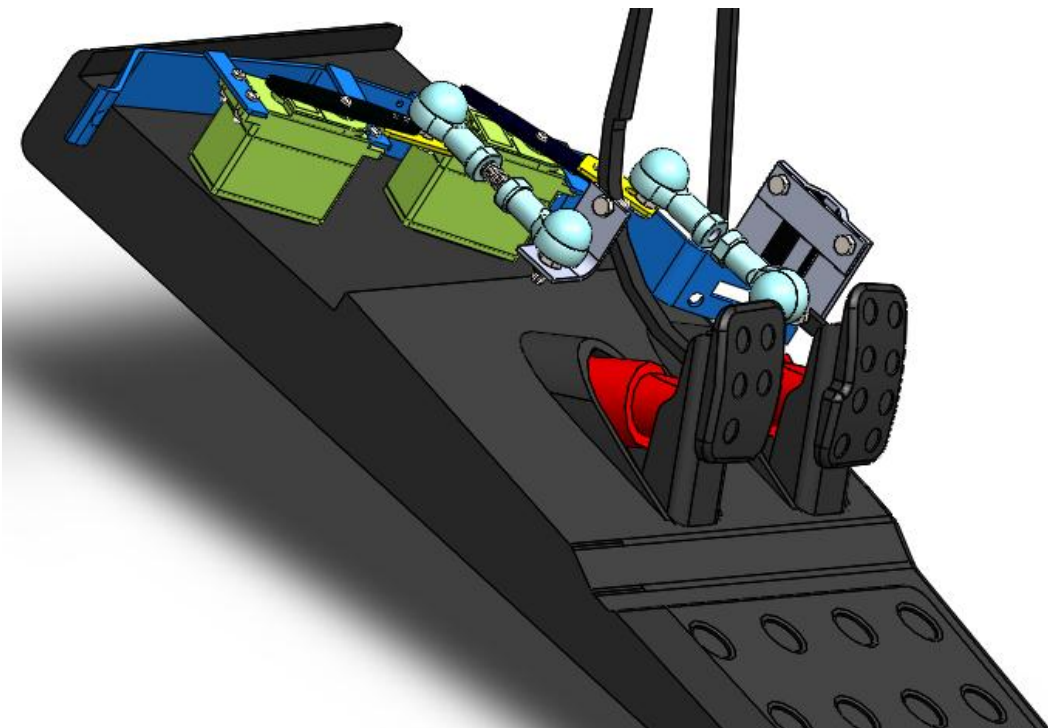


FIGURA AVII.8: Vista frontal del sistema (Anexo 12,13,14,16,17,18,20)

ANEXO VIII**VEHÍCULO EN EL CUAL SE REALIZARON LAS PRUEBAS DE
FUNCIONAMIENTO****FIGURA AVIII.1:** Vehículo con sistema electrónico de manejo**FIGURA AVIII.2:** Vista posterior del vehículo instalado el sistema

ANEXO IX

MANUAL DEL USUARIO

Concepto técnico

El sistema de ayuda en la conducción es un módulo electrónico que es capaz de recibir, procesar la información y enviarla a los actuadores, este módulo posee una base plana, que es donde se alojan todos sus componentes, tiene integrado una base de datos de información que se usa para variar ciertos parámetros de funcionalidad dentro del módulo.

Tipo de software

El módulo electrónico está sustentado en el software Arduino, este software es una herramienta gratuita y se encuentra disponible en una base de datos virtual y accesible en cualquier momento al usuario, la misma nos permite manipular el sistema operativo mediante comandos ya preestablecidos y otros programas electrónicos.

Uso del sistema electrónico

El sistema de ayuda en la conducción se utiliza para reemplazar la función de acelerar y frenar, que normalmente realizan los pies en el momento de la conducción de un vehículo automático, mediante los mandos electrónicos se tiene que al presionar el mando superior que es el acelerador el vehículo se acelera, y por consiguiente al presionar el mando inferior que es el freno el automotor procederá a frenar, estos mandos siempre regresaran a la posición inicial.

Instrucciones

Los individuos que no poseen movilidad en los miembros inferiores (paraplejia), tienden a desarrollar otros sentidos; como el tacto, el cual se encarga de proporcionar la carga necesaria al manipular los mandos manuales del sistema electrónico.

Al colocar la llave del vehículo en la posición de contacto se habilita el sistema electrónico, el mando superior comprende el pedal del acelerador y el mando inferior comprende el pedal de freno, para manipular la palanca de cambios del vehículo se debe accionar primero el pedal de freno y se colocará en la posición de D (Drive), se procederá a soltar el mando de freno, al iniciar la marcha del vehículo el usuario podrá mover los mandos según la exigencia del entorno.

Componentes básicos

El sistema consta de, dos servomotores sujetos a una base metálica, que están anclados a los pedales de freno y acelerador, un módulo electrónico encargado de recibir la señal de los mandos manuales procesa información y la envía a los servomotores para accionar los pedales, dos palancas de mando electrónico que son manipuladas directamente por el usuario según lo requiera, y una palanca de accionamiento mecánico que es el freno emergente.

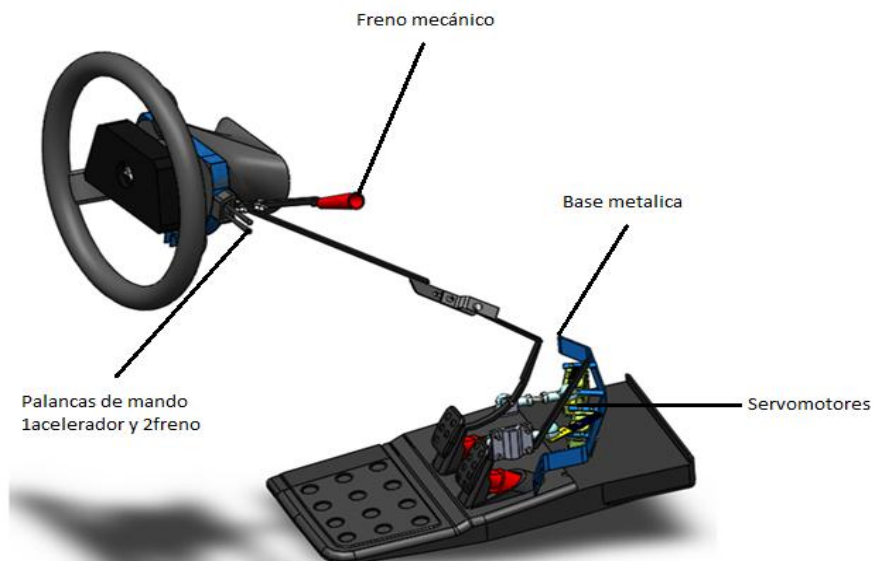


FIGURA AIX.1: Diseño del sistema electrónico

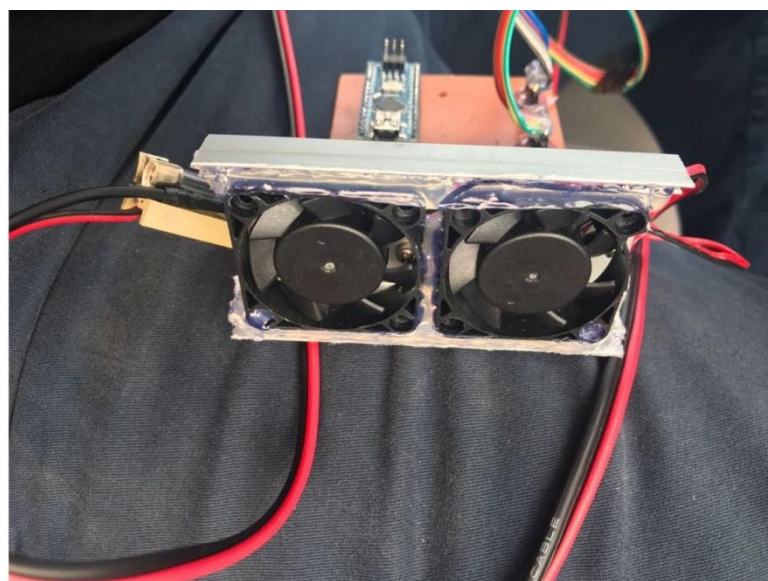


FIGURA AIX.2: Módulo electrónica vista frontal

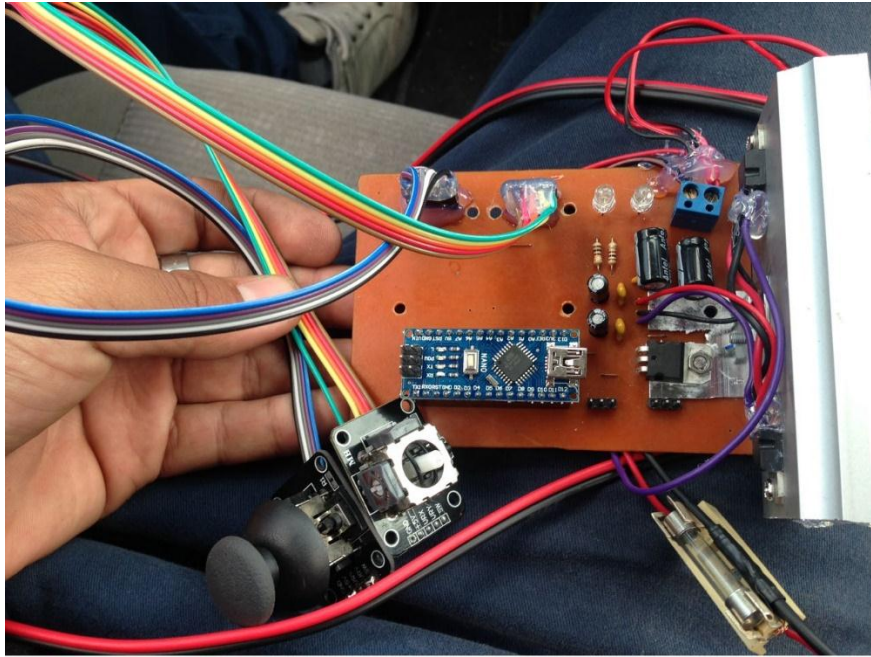


FIGURA AIX.3: Módulo electrónico vista superior

ANEXO X

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- 1.** Limpiar una vez por semana con un trapo seco los componentes visibles del sistema.
- 2.** Al accionar el contacto del vehículo el usuario debe mover los mandos manuales antes de empezar la marcha verificando su correcto funcionamiento y verificar que regresen a su posición inicial.
- 3.** Al colocar la llave en la posición ON el usuario debe verificar que los ventiladores del módulo se enciendan para evitar recalentamiento en los componentes.
- 4.** Verificar que el fusible situado en la entrada de corriente del cable positivo se encuentre en buen estado.

ANEXO XI

ADVERTENCIAS

- 1.** Lea con atención las instrucciones de funcionamiento que vienen en el manual de usuario.
- 2.** Siga las instrucciones al pie de la letra.
- 3.** Evitar que cada uno de los componentes del sistema electrónico tengan contacto con el agua.
- 4.** No realizar la limpieza de los componentes con paños húmedos ni mojados.
- 5.** Asegúrese de realizar el mantenimiento preventivo del sistema para evitar posibles fallas.
- 6.** No manipular con extremada fuerza los mandos manuales del sistema ya que sus componentes podrían llegar a dañarse.