



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ.**

**AUTORES: BAQUERO CACHUMBA JUAN ORLANDO
CHIMBORAZO TAPE LUIS DANILO**

**TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
ACCIONAMIENTO DE MANDOS DE ACELERACIÓN, EMBRAGUE Y
FRENOS EN UN VEHÍCULO PROTOTIPO PARA CONDUCCIÓN DE
PERSONAS CON DISCAPACIDAD”**

**DIRECTOR: ING. LEÓNIDAS QUIROZ
CODIRECTOR: ING. JOSÉ QUIROZ**

LATACUNGA, AGOSTO 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****CERTIFICADO**

Ing. Leónidas Quiroz (DIRECTOR)

Ing. José Quiroz (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE MANDOS DE ACELERACIÓN, EMBRAGUE Y FRENOS EN UN VEHÍCULO PROTOTIPO PARA CONDUCCIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD”** ha sido guiado y revisado periódicamente, cumple con las normas y estatutos establecidos en el reglamento de estudiantes de la Universidad de las Fuerza Armadas.

Siendo este un proyecto de excelente calidad y contenido científico que servirá para la enseñanza/aprendizaje, la aplicación de conocimientos y el desarrollo profesional por lo que recomendamos su publicación.

Latacunga, Agosto del 2014

Ing. Leónidas Quiroz.
DIRECTOR

Ing. José Quiroz.
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros: BAQUERO CACHUMBA JUAN ORLANDO
CHIMBORAZO TAIPE LUIS DANILO

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado **“Diseño y construcción de un sistema de accionamiento de mandos de aceleración, embrague y frenos en un vehículo prototipo para conducción de personas con discapacidad”** es de nuestra autoría, que ha sido desarrollado con una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía que se incluyen al final de este documento para formular nuestras ideas, como también el diseño y análisis.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Agosto 2014

JUAN O. BAQUERO C.

CI: 171882833-6

LUIS D. CHIMBORAZO T.

CI: 172196943-2

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ****AUTORIZACIÓN**

Nosotros: BAQUERO CACHUMBA JUAN ORLANDO
CHIMBORAZO TAIBE LUIS DANILO

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas–ESPE la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE MANDOS DE ACELERACIÓN, EMBRAGUE Y FRENOS EN UN VEHÍCULO PROTOTIPO PARA CONDUCCIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Agosto 2014

JUAN O. BAQUERO C.
CI: 1718828336

LUIS D. CHIMBORAZO T.
CI: 1721969432

DEDICATORIA

El paso del tiempo nos permite cumplir metas, sueños y anhelos planteados en años pasados, descubriendo las bondades y desgracias de la vida, afrontando los problemas sin evadirlos y sobre todo compartiendo nuevas experiencias con gente amable y cariñosa, para todos quienes me conocen os dedico la culminación del proyecto.

El lema de un hombre lo lleva a culminar sus metas y sueños, el mío vivir antes de morir y morir sabiendo vivir, la soledad no es una enfermedad ni una tristeza es una compañía que en el silencio te hace reflexionar, conocer tus debilidades y fortalezas permitiéndote surgir ante una caída.

Dedico este logro a mis padres que son la luz, esperanza y alegría que guía mi sendero, siempre depositaron en mi su apoyo y confianza, en cada momento difícil e importante de mi vida, ayudándome a alcanzar cada una de mis metas, para ustedes este merecedor homenaje.

J. Orlando Baquero C.

AGRADECIMIENTO

A dios en primer lugar, quien nos concedió, sabiduría, entendimiento, fortaleza para desenvolvemos en cada momento de nuestras vidas.

“Bienaventurado el hombre que halla la sabiduría y que obtiene la inteligencia; porque su ganancia es mejor que la ganancia de la plata y sus frutos más que el oro fino” prov. 3: 13 - 14

A mis padres, hermano y familiares por el inagotable apoyo, comprensión, amor y estímulos, que cada día me supieron dar, para la culminación de esta etapa tan importante en mi vida.

A mis amigos, Javier Tipán, Javier Peña, Eduardo Ulco, Diego Juma, Marcelo Sisa y en especial a Luis Chimborazo que son un ejemplo a seguir, han sido un apoyo en mi vida estudiantil y personal, gracias por permitirme compartir con vosotros tantos momentos que en la memoria del hombre nunca de borrarán, aun cuando mi cuerpo prevalezca mi alma siempre os recordara.

A mi gran amigo, profesor y coordinador Ing. Leónidas Quiroz que es un ejemplo a seguir, que con su comprensión y amor fue una guía principal durante nuestras vidas para así poder llegar al éxito.

J. Orlando Baquero C.

DEDICATORIA

Cada día es un nuevo reto
En donde existen
Muchas situaciones difíciles
Que a veces se complican.

Para mucha gente esto es normal
Para mí, también lo era,
Pero ustedes con cariño y paciencia,
Me han enseñado a confiar
Y creer en mí.

Me han inculcado que no hay
Nada imposible para quien cree
En sí mismo.

Me han enseñado a ver la vida
Desde otra perspectiva
Con entusiasmo, constancia
Y optimismo para seguir adelante.

Por eso este logro está dedicado para todos ustedes, a mis padres quienes han puesto en mí su confianza, a mis hermanos y primos por haber visto en mí un ejemplo, a mis abuelitos, mis tíos, a toda mi familia, amigos y profesores que fueron mi inspiración para alcanzar este sueño.

L. Danilo Chimborazo T.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios por todo el amor que cada vez se ha hecho evidente en mi vida, porque me dio una familia que es el tesoro más grande que alguien pueda tener.

A mis Padres Luis Aníbal y Rosa Ana, de cuya mano inicie mi aprendizaje en la vida ahora todo lo que soy se lo debo a su ejemplo de tenacidad y valor, porque siempre me ayudaron para luchar por aquello que quise, e inculcaron en mí el verdadero significado del respeto, la honestidad y la humildad y por haberme dado la oportunidad de alcanzar este sueño.

A mis hermanos Verónica, Nelson, Deysi y Telmo que son mi mayor orgullo, por todo el apoyo, ayuda y cariño entregado y por haber creído en mi haciéndome cada vez más fuerte y decidido para luchar por lo que quiero.

A mis abuelitos, a todos mis tíos que son un eje principal, porque siempre estuvieron ahí conmigo ayudándome, apoyándome con paciencia y cariño.

Un agradecimiento muy especial a Uds. Ing. Leónidas Quiroz, Ing. José Quiroz Erazo por su amistad y calidad de persona, por su apoyo, consejos de amigo y por la colaboración entregada en la realización del presente proyecto, mil gracias.

A la Asociación de personas con discapacidad “Energía de Cotopaxi” especialmente al Sr Manuel Sánchez presidente y representante de ASODEC, por la ayuda, el apoyo y la paciencia entregada para este proyecto sea una realidad.

A mi amigo y compañero Juan Orlando, por tu amistad, apoyo y colaboración para lograr lo que nos propusimos, con esfuerzo y constancia lo logramos.

A todos mis amigos que de una u otra manera fueron haciéndose presentes en mi vida, entregándome un consejo y palabras de ánimo cuando lo necesite.

Un agradecimiento a mis maestros por haberme formado tanto como persona como profesional.

Gracias a todos

L. Danilo Chimborazo T.

ÍNDICE

PORTADA.....	i
CERTIFICADO	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.2. INTRODUCCIÓN	1
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.4. PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	3
1.5. OBJETIVOS.....	3
1.5.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	4
1.7. ASPECTO LEGAL.....	5
1.8. El CONADIS.....	6
1.8.1. VISIÓN	7
1.8.2. MISIÓN.....	7
1.8.3. FUNCIONES	7

1.8.4. DATOS CORPORATIVOS	7
1.9. ASODEC	8
1.9.1. MISIÓN.....	8
1.9.2. VISIÓN	8
1.9.3. FUNCIONES	9
1.9.4. DATOS CORPORATIVOS	9
 CAPÍTULO II	 10
2. MOVILIDAD, TRANSPORTE Y CONDUCCIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD	10
2.1. DISCAPACIDAD	10
2.2. TIPOS	10
2.3. ESTADÍSTICAS	11
2.4. CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN DE DISCAPACIDAD POR CIF.	13
2.5. LEGISLACIÓN DE MANDOS ADAPTADOS EN VEHÍCULOS.....	15
2.6. NORMAS DE SEGURIDAD VIAL EN VEHÍCULOS ADAPTADOS.....	15
2.6.1. LA NORMA AMERICANA SAE J1903 (1990).....	15
2.7. DISEÑO DE VEHÍCULOS PARA DISCAPACITADOS	16
2.8. TIPOS DE DISEÑOS DE MANDOS DE CONTROL EN VEHÍCULOS SEGÚN LA DISCAPACIDAD	17
2.9. PARÁMETROS DE DISEÑO	18
2.9.1. TORQUE DE ACCIONAMIENTO EN LOS PEDALES	19
2.9.2. DISEÑO DE ENGRANAJES	20
2.9.3. DISEÑO DE LA CREMALLERA	23
2.9.4. DISEÑO DE POLEAS	24
2.9.5. ESTUDIO DINÁMICO EN LOS FRENOS	25
 CAPÍTULO III	 27
3. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LOS SISTEMAS DE FRENO, ACELERACIÓN Y EMBRAGUE DEL VEHÍCULO PROTOTIPO.	27
3.1. SISTEMA DE FRENOS	27

3.1.1.	SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE FRENOS	27
3.1.2.	TIPOS DE SISTEMAS DE FRENADO	30
3.2.	MANDO DE ACELERACIÓN	31
3.2.1.	CARBURADOR	31
3.3.	EMBRAGUE	32
3.3.1.	EMBRAGUE DE FRICCIÓN	33
3.3.2.	COMPONENTES DEL EMBRAGUE	34
A.	DISCO DE EMBRAGUE	34
B.	PLATO DE PRESIÓN	34
C.	COJINETE DE EMBRAGUE	34
	CAPÍTULO IV	35
4.	COMPONENTES ELECTRÓNICOS UTILIZADOS EN EL PROTOTIPO	35
4.1.	ENCODERS	35
4.1.1.	CLASIFICACIÓN	36
4.1.2.	ENCODER INCREMENTAL	36
4.2.	PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)	38
4.2.1.	ESTRUCTURA DEL PLC.....	39
4.2.2.	CICLO SCAN DE UN PLC	40
4.2.3.	CLASIFICACIÓN	40
4.3.	PLC XINJE	41
4.4.	ACTUADORES	43
4.4.1.	MOTORES ELÉCTRICOS.....	43
4.4.2.	CLASIFICACIÓN	43
4.4.3.	MOTOR PASO A PASO	44
4.5.	DRIVER	47
4.6.	SISTEMA DE PROTECCIÓN	49
4.7.	CONDUCTORES ELÉCTRICOS	50
4.7.1.	CÓDIGO DE COLORES DEL CABLEADO AUTOMOTRIZ.....	50
4.8.	SENSOR DE POSICIONAMIENTO	52

CAPÍTULO V	53
5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO	53
5.1. ANTECEDENTES	53
5.2. CÁLCULO DEL TORQUE	53
5.3. CÁLCULO DE ENGRANAJES Y CREMALLERA	54
5.4. DISEÑO DE MANDOS ELECTRÓNICOS.....	56
5.4.1. MODELO DE DISEÑO DE CONTROL N° 1	56
5.4.2. MODELO DE DISEÑO DE CONTROL N° 2	57
5.4.3. MODELO DE DISEÑO DE CONTROL N° 3	58
5.5. DISEÑO DEL CONTROL DE CARGA	59
5.6. MANEJO DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN.....	61
CAPÍTULO VI.....	64
6. ADAPTACIÓN INSTALACIÓN Y PRUEBAS	64
6.1. MONTAJE FÍSICO DEL SISTEMA.....	64
6.1.1. MONTAJE MECÁNICO	64
6.1.2. MONTAJE ELÉCTRICO	69
6.2. FUNCIONAMIENTO DE LOS MANDOS	70
6.3. PRUEBAS DE FRENADO.....	71
6.4. PRUEBAS DEL ACELERADOR	72
6.5. PRUEBAS EN EL EMBRAGUE	73
6.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	74
CAPÍTULO VII	77
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
7.1. CONCLUSIONES	77
7.2. RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	79
NET GRAFÍA	80
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Ley Orgánica de Discapacidades	5
Tabla 1.2: Datos corporativos de la CONADIS.....	7
Tabla 1.3: Datos corporativos de ASODEC	9
Tabla 2.1: Estadísticas de Discapacidad por Provincias	12
Tabla 2.2: Escala de calificadores para Estructuras Corporales	13
Tabla 2.3: Tabla de módulos y pasos unificados para engranajes	20
Tabla 2.4: Valores del coeficiente de adherencia μ	25
Tabla 4.1: Especificaciones del Encoder	37
Tabla 4.2: Especificaciones Técnicas del PLC	42
Tabla 4.3: Tipos de motores Paso a Paso.....	45
Tabla 4.4: Elección del actuador.....	46
Tabla 4.5: Especificaciones del Motor Paso a Paso 86HJB128-30	47
Tabla 4.6: Especificaciones del Drivers.....	48
Tabla 4.7: Amperaje de cables de cobre	51
Tabla 4.8: Especificaciones del final de carrera.....	52
Tabla 5.1: Cálculo de torque	53
Tabla 5.2: Cálculo de engranajes	54
Tabla 5.3: Calculo de la cremallera.....	54
Tabla 6.1: Tiempo de frenado (tp) a 50 km/h	72
Tabla 6.2: Condiciones de aceleración sin el sistema de mandos electrónicos	72
Tabla 6.3: Condiciones de aceleración con el sistema de mandos electrónicos	73
Tabla 6.4: Tiempo de accionamiento del embrague sin el sistema de	
mando electrónico.....	73
Tabla 6.5: Tiempo de accionamiento del embrague con el sistema de.....	
mando electrónico.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Árbol de problemas	2
Figura 1.2: Logo de CONADIS	8
Figura 1.3: Logo de ASODEC	9
Figura 2.1: Integración de conceptos	10
Figura 2.2: Tipos de Discapacidad	11
Figura 2.3: Códigos de identificación de discapacidad general	14
Figura 2.4: Códigos de identificación de discapacidad específica	15
Figura 2.5: Adaptaciones en vehículos para discapacitados	17
Figura 2.6: Tipos de diseños de mandos de control del vehículo	18
Figura 2.7: Tipos de mandos usados en vehículos para discapacitados	18
Figura 2.8: Dinamómetro	20
Figura 3.1. Sistema de Frenos	27
Figura 3.2: Accionamiento del Sistema de Frenos	28
Figura 3.3: Esquema Básico de un Circuito de frenos	29
Figura 3.4: Distribución de las Cañerías	29
Figura 3.5: Tipos de Sistemas de Frenado	30
Figura 3.6: Actuador del sistema de aceleración	31
Figura 3.7: Carburador Componentes	32
Figura 3.8: Partes del Embrague	33
Figura 3.9: Embrague de Diafragma	34
Figura 4.1: Encoder absoluto rotativo con interface SERCOS III	35
Figura 4.2: Clasificación de los Encoders	36
Figura 4.3: Encoder Incremental	37
Figura 4.4: Arquitectura de un Autómata Programable	38
Figura 4.5: PLC Xinje	38
Figura 4.6. Bloques de un PLC	39
Figura 4.7: Etapa de chequeo del PLC	41
Figura 4.8: Actuadores	43
Figura 4.9: Clasificación de los motores eléctricos	44
Figura 4.10: Motor pasó a paso	47

Figura 4.11: Driver	48
Figura 4.12: Dimensiones del drivers	49
Figura 4.13: Porta fusibles y fusibles cerámicos.....	50
Figura 4.14: Final de Carrera	52
Figura 5.1: Construcción de piñón cremallera	55
Figura 5.2: Construcción de poleas	55
Figura 5.3: Investigaciones y Diseños en el volante	56
Figura 5.4: Dispositivos del sistema de control electrónico	57
Figura 5.5: Diseño del control en el volante	59
Figura 5.6: Conversor de tensión 12v a 24V	60
Figura 5.7: Control de carga.....	60
Figura 5.8: Circuito de Control de carga en Proteus.....	61
Figura 5.9: Programa XCPPro	62
Figura 5.10: Elección del programa	62
Figura 6.1: Vehículo CHEVETTE.....	64
Figura 6.2: Montaje de las poleas en el automóvil	65
Figura 6.3: Montaje de cables en pedales	65
Figura 6.4: Columna de la dirección	66
Figura 6.5: Encoder ubicado en la columna de la dirección	66
Figura 6.6: Ubicación del accionamiento freno-acelerador	67
Figura 6.7: Ubicación del anillo móvil	67
Figura 6.8: Mandos en el volante.....	68
Figura 6.9: Ubicación de los Encoders del freno y acelerador	68
Figura 6.10: Ubicación de los Encoders del freno y acelerador	69
Figura 6.11: Ubicación del control Electrónico	69
Figura 6.12: Control Electrónico.....	70
Figura 6.13: Diagrama de flujo del funcionamiento del mecanismo	71
Figura 6.15: Activación del Freno	74
Figura 6.16: Activación del Embrague	75
Figura 6.17: Activación del Acelerador	76

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 2.1. Torque.....	19
Ecuación 2.2. Fuerza.....	20
Ecuación 2.3. Diámetro Primitivo.....	21
Ecuación 2.4. Diámetro Base.....	21
Ecuación 2.5. Diámetro de Pie.....	21
Ecuación 2.6. Diámetro Exterior.....	22
Ecuación 2.7. Altura del Diente.....	22
Ecuación 2.8. Altura Cordal.....	22
Ecuación 2.9. Espesor Cordal.....	22
Ecuación 2.10. Distancia entre Centros del Engranaje.....	23
Ecuación 2.11. Paso Cremallera.....	23
Ecuación 2.12. Número de Pasos de la Cremallera.....	23
Ecuación 2.13. Longitud de la Cremallera.....	23
Ecuación 2.14 Polea Fija.....	24
Ecuación 2.15 Polea Movil.....	24
Ecuación 2.16. Polipastos Aparejo Potencial.....	24
Ecuación 2.17. Polipastos Aparejo Factorial.....	25
Ecuación 2.18 Tiempo de Freando.....	26
Ecuación 2.19. Distancia de Parada.....	26

RESUMEN

En el presente proyecto se diseñó un vehículo prototipo para conducción de personas con discapacidad en sus extremidades inferiores, implementando un sistema de control electrónico para el accionamiento de los mandos de embrague, aceleración y freno, dotando de un transporte seguro y eficaz a las personas sin función motriz inferior. La construcción del prototipo consta de componentes electrónicos como PLCs, drivers, Encoders y actuadores junto con un mecanismo compuesto por poleas y engranajes que permiten que genere la fuerza de accionamiento de los pedales de embrague y freno. La aceleración tiene una adaptación directa del actuador hacia el carburador que controla el desplazamiento de la mariposa de aceleración. El sistema de aceleración y freno del vehículo está conformado por un accionamiento localizado en el volante, que permite su manipulación con un movimiento circular y longitudinal de un anillo móvil que activa un dispositivo electrónico “encoder” que envía una señal de pulso hacia el dispositivo de control mediante programación para la activación de los motores paso a paso que son los actuadores del sistema. El sistema de embrague del automóvil está conformado por un accionamiento ubicado sobre la palanca de cambios, permitiendo su manipulación a través de una palanca móvil que activa un encoder que envía una señal de pulso hacia el PLC para activar el motor paso a paso que es el actuador del sistema. El control de mando electrónico de los sistemas automotrices está ubicado en sitios estratégicos para no dejar de lado el control de dirección, cambio de velocidades, manejo de panel de instrumentos y accesorios del vehículo.

ABSTRACT

In this project a prototype vehicle for transport of persons with disabilities in their lower extremities design, implementing an electronic control system for operating the controls of clutch, gas and brake, providing a safe and efficient transportation for people without lower motor function. The construction of the prototype consists of electronic components such as PLCs, drivers, encoders and actuators together with a mechanism composed of pulleys and gears that allow generating the driving force of the brake and clutch pedals. The acceleration is a direct adaptation of the actuator to the carburetor which controls movement of the throttle. The acceleration and vehicle brake system consists of a localized on the wheel drive, which allows manipulation with a circular and longitudinal a moving ring that activates an electronic device "encoder" that sends a pulse signal to control device movement by programming for activating stepper motors are actuators of the system. The system of automobile clutch consists of a drive located on the shift lever, allowing their manipulation through a sliding lever that activates an encoder that sends a pulse signal to the plc to activate the stepper motor which is the system actuator. Control of automotive electronic control systems is located in strategic places to not let go of the steering control, gear change, management dashboard and vehicle accessories.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. ANTECEDENTES GENERALES

El avance tecnológico en la línea automotriz a nivel mundial, está contribuyendo con el desarrollo económico, laboral y social, varias firmas automotrices como Fiat, Mercedes, Renault, Kia, Mitsubishi, Mazda, BMW entre otras, que cuentan con planes de diseño de vehículos destinado para el traslado y conducción de personas discapacitadas, modificando la carrocería y la parte mecánica del vehículo, con el fin de dar mayor accesibilidad y confort, implementado grúas, rampa/elevador, asientos móviles, sistemas electromecánicos de aceleración, frenos y embrague, inversores de pedales, empuñaduras, horquillas para volante, tele comandos etc.

El personal automotriz se capacita en diversas áreas tanto en electrónica y electromecánica, aportando con soluciones a los problemas que surgen a diario.

El diseño de este prototipo está inspirado en las personas que tienen discapacidad en sus extremidades inferiores, más que un proyecto es una demostración de que la tecnología y el conocimiento pueden ser de gran utilidad para la humanidad.

1.2. INTRODUCCIÓN

La Organización de Estados Americanos “OEA” en el 2009 realizó un estudio donde reveló que en el continente americano el 11.4% de la población tiene alguna discapacidad. De acuerdo al organismo Perú es el país con mayor porcentaje de discapacitados, 18.5% seguido de EEUU con el 15% de sus ciudadanos y Ecuador con un 12,8%. (El Universo, 2009)

Las estadísticas proporcionadas por el CONADIS en su página oficial y por medios de comunicación como revistas y periódicos indican un alto porcentaje de personas con discapacidad en el país, por tal razón el presente trabajo se realizó con el deseo de contribuir con una idea de transportación, conducción segura y eficaz en un automotor para la personas sin función motriz en sus extremidades inferiores.

El país no cuenta con vehículos apropiados para que conduzcan y se trasladen las personas parapléjicas de un lugar a otro, ya que necesitan de algún familiar o persona ajena para poder viajar de manera confiable y segura, sin dejar de lado la incomodidad, accesibilidad que implica viajar utilizando un transporte público.

Por tal razón se pone a disposición la investigación escrita del diseño y construcción del vehículo prototipo para que conduzcan personas con discapacidad motora inferior, con el objetivo de facilitar su movilización en un transporte propio, seguro y eficaz.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La falta de vehículos para la conducción de personas con discapacidad motriz inferior, problemas de comodidad y seguridad al movilizarse en el transporte público, altos costos de fabricación y adquisición en el mercado internacional, impuestos para importaciones, limitaciones de carácter político, incentivaron el diseño y construcción del prototipo con mandos electrónicos para la activación de los sistemas de freno – acelerador y embrague desde el volante y la palanca de cambios respectivamente.

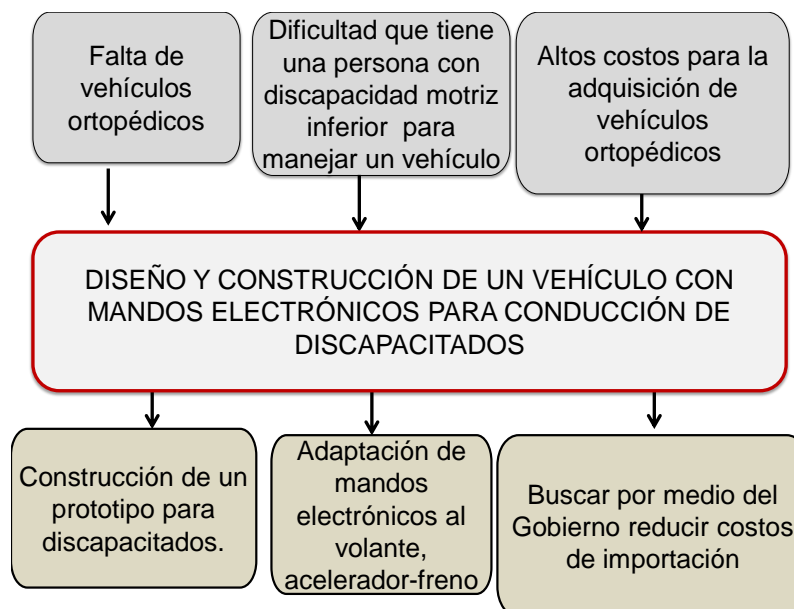


Figura 1.1: Árbol de problemas

Fuente: Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

1.4. PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN.

El prototipo es una construcción innovadora que facilita conducir a las personas con discapacidad en sus extremidades inferiores, proporcionando al individuo autonomía en el campo laboral y social.

El avance tecnológico contribuye con innumerables aplicaciones electrónicas en el vehículo, relacionadas con el desempeño, confort y seguridad, haciendo referencia a los aspectos ya mencionados, se dio solución a este dilema con la construcción de un sistema de mandos de accionamiento electrónico de aceleración – freno, localizados en el volante que permiten mediante el movimiento circular y longitudinal de un anillo móvil que activa un dispositivo electrónico “encoder” que envía una señal de pulsos hacia el dispositivo de control mediante programación para la activación de los motores paso a paso que son los actuadores del mecanismo.

El sistema de embrague del automóvil está conformado por un accionamiento ubicado sobre la palanca de cambios, permitiendo su manipulación a través de una palanca móvil que activa un encoder que envía una señal de pulso hacia el PLC para activar el motor paso a paso que es el actuador del sistema.

El control de mando electrónico de los sistemas automotrices está ubicado en sitios estratégicos para no dejar de lado el control de dirección, cambio de velocidades, manejo de panel de instrumentos y accesorios del vehículo.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

“Diseñar y construir un sistema de mandos electrónicos de aceleración, embrague y frenos en un vehículo prototipo para que conduzcan personas con discapacidad”.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar un sistema de control electrónico para los mandos de aceleración, freno y embrague de fácil manipulación para personas con discapacidad en sus extremidades inferiores.

- Seleccionar los elementos eléctricos, electrónicos y mecánicos adecuados para el correcto funcionamiento del mecanismo.
- Establecer parámetros de control para el accionamiento del freno, acelerador y embrague comandados mediante un PLC.
- Aportar con una propuesta o alternativa de movilidad segura y eficaz para personas con discapacidad de sus piernas.
- Reducir costos de construcción e importación de vehículos ortopédicos, mediante el desarrollo del prototipo.

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El desarrollo de la presente investigación surge ante los innumerables problemas que afrontan las personas con discapacidad motriz inferior al momento de movilizarse de un lugar a otro, propensos a la incomodidad, accesibilidad y mal servicio dentro de un transporte público.

El prototipo permite conducir de manera segura y eficaz a las personas ya mencionadas, utilizando un sistema de mandos electrónicos para controlar el accionamiento de los sistemas automotrices de aceleración, freno y embrague en su propio vehículo.

El prototipo cuenta con dos partes esenciales:

- Un sistema mecánico conformado por poleas y cables de acero que reducen el torque de accionamiento de los pedales del vehículo.
- Un sistema de accionamiento electrónico dirigido por un PLC, que comanda el accionar de los actuadores por medio de la manipulación de los Encoders, ubicados sobre la columna de la dirección para el freno-acelerador respectivamente y para el embrague el encoder está ubicado en la palanca de cambios con un dispositivo de activación.

El control electrónico de los mandos automotrices está ubicado en sitios estratégicos para no dejar de lado el control de dirección, cambio de velocidades, manejo de panel de instrumentos y accesorios del vehículo, con un sistema ergonómico, seguro, eficaz y de fácil maniobrabilidad en cualquier situación y condición de manejo.

1.7. ASPECTO LEGAL

La Asociación de Personas con Discapacidad Energía de Cotopaxi al igual que el Consejo Nacional de Discapacidades en el Ecuador “CONADIS”, están regidos bajo la ley Orgánica de Discapacidades con Registro Oficial No. 796 del día martes 25 de septiembre del 2012, decretado por el Presidente de la República del Ecuador, Sr. Ec. Rafael Correa Delgado, que garantiza el bienestar de todos los ciudadanos del Ecuador y especialmente de las personas con discapacidad. (CONADIS, Ley Organica De Discapacidades, s.f.).

Tabla 1.1: Ley Orgánica de Discapacidades

CAPITULO	ARTICULO	DESCRIPCIÓN
Título V	Cap. IV Acceso	Acceso al transporte e información en zonas urbanas como rurales.
Sec. II	Art. 9 Calificación	Calificación de la discapacidad por su tipo y nivel.
Sec. III Educación	Art. 41 Formación de conductores	En escuelas y centros de conducción se instruirá el conocimiento y el manejo del tema de la discapacidad.
Parágrafo I Accesibilidad	Art. 60 Accesibilidad al transporte	Cumplimiento de las Normas INEN por los organismos de tránsito, transporte y seguridad vial.
	Art. 61 Unidades accesibles	Permisos de operación a compañías de taxis para prestar servicio a las personas que tienen algún tipo de discapacidad.
	Art. 62 Identificación	Entrega gratuita de la identificación a los vehículos que brinden de transporte.
Sec. VIII Tarifas	Art. 71 Transporte	Pago del 50% del pasaje en el transporte terrestre y en el transporte aéreo 25%.
	Art. 80 Importación de vehículos ortopédicos y no ortopédicos	La importación y compra de vehículos, incluidos los de producción nacional, gozarán de exenciones del pago de tributos al comercio exterior con excepción de las tasas portuarias y de almacenaje y en los siguientes casos: <ul style="list-style-type: none"> • Vehículos ortopédicos automáticos o mecánicos

CONTINUA 

Sec. VIII Tarifas	Art. 71 Transporte	Pago del 50% del pasaje en el transporte terrestre y en el transporte aéreo 25%.
	Art. 80 Importación de vehículos ortopédicos y no ortopédicos	La importación y compra de vehículos, incluidos los de producción nacional, gozarán de exenciones del pago de tributos al comercio exterior con excepción de las tasas portuarias y de almacenaje y en los siguientes casos: <ul style="list-style-type: none"> • Vehículos ortopédicos automáticos o mecánicos. • Vehículos mecánicos, automáticos, no ortopédicos. • Vehículos ortopédicos adaptados, de transporte colectivo, de hasta por un valor equivalente a doscientos seis (206) remuneraciones básicas unificadas precio FOB.

Requisitos para Importación de Vehículos

Art. 80 Vehículos ortopédicos por primera vez	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud al Presidente del CONADIS. • Copia de la cédula y certificado de votación. • Estar calificado como persona con discapacidad. • Licencia de conducción tipo “F” • Fotocopia del carné de discapacidad. • Documento de respaldo.
Vehículos ortopédicos por más de una ocasión.	Documentos antes señalados, certificación de la Corporación Aduanera Ecuatoriana CAE. Certificación del organismo de transito correspondiente, y autorización del CONADIS.
Permiso para conducir	Realizar el curso en la escuela de ANETA, visitar la página oficial de la Agencia Nacional de Transito “ANT” www.conadis.gob.ec y constatar en licencias tipo F.

Fuente: Ec. Rafael Correa Delgado, Presidente de la República.

1.8. EL CONADIS

El Consejo Nacional de Discapacidades “CONADIS” creado en agosto de 1992, a través de la Ley 180 sobre Discapacidades, ejerce sus atribuciones a nivel nacional, dicta políticas, coordina acciones y ejecuta e impulsa investigaciones sobre el área de las discapacidades.

1.8.1. VISIÓN

El Consejo Nacional de Discapacidades, será un organismo dinamizador y articulador de todos los sectores de la comunidad para desarrollar acciones de prevención, atención e integración, con el propósito de prevenir las discapacidades y elevar la calidad de vida de las personas con discapacidad.

1.8.2. MISIÓN

Es un organismo público y autónomo que genera políticas e información, planifica y coordina acciones con los sectores públicos y privados, en el ámbito de las discapacidades y canaliza recursos nacionales e internacionales en este campo.(CONADIS, Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades, 2014)

1.8.3. FUNCIONES

- Formular políticas nacionales relacionadas con las discapacidades.
- Defender jurídicamente los derechos de los discapacitados.
- Coordinar el seguimiento y evaluar las acciones que realizan en las discapacidades las entidades del sector público y privado.
- Canalizar recursos nacionales e internacionales.
- Realizar o impulsar investigaciones en el área de las discapacidades
- Vigilar el cumplimiento de la Ley y la aplicación de sanciones.

1.8.4. DATOS CORPORATIVOS

Tabla 1.2: Datos corporativos de la CONADIS

Nombre	Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades
País:	Ecuador
Lugar:	Quito, Avenida 10 de Agosto N37-193 entre Villa lengua y Carondelet
Fax:	Fax: ext. 21
Teléfono	(593-2) 2433-860 / 2459-243
e-mail	info@conadis.gov.ec
Página	http://www.conadis.gob.ec/

Fuente: CONADIS



Figura 1.2: Logo de CONADIS

Fuente: CONADIS

1.9. ASODEC

Asociación de Personas con Discapacidad Energía de Cotopaxi “ASODEC”, se fundó el 29 de julio del 2011, en la ciudad de Latacunga Provincia de Cotopaxi, con Acuerdo Ministerial No. 033-2012. Es una organización no gubernamental, sin fines de lucro. Esta entidad es impulsada por un grupo de personas que laboran en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

1.9.1. MISIÓN

Reivindicar la integración social global de las personas con discapacidad, mejorando la calidad de vida, mediante la búsqueda y consecución de proyectos productivos que contribuyan a erradicar la exclusión social y a normalizar la vida de las personas con discapacidad.

1.9.2. VISIÓN

Ser un referente de emprendimiento mediante el apoyo social, deportivo y cívico en el ámbito global de la discapacidad, en los que la calidad sea el motor de partida para conseguir la normalización en igualdad de oportunidades de las personas con discapacidad.

1.9.3. FUNCIONES

- Capacitación sobre los derechos que tienen las personas con discapacidad.
- Talleres de concienciación sobre la movilidad de las personas con discapacidad.
- Afiliar a las personas con discapacidad que no pertenecen a organizaciones similares.
- Fortalecer las relaciones organizativas.
- Exponemos en las instituciones educativas la problemática que tienen las personas con discapacidad en lo que respecta a la movilidad.

1.9.4. DATOS CORPORATIVOS

Tabla 1.3: Datos corporativos de ASODEC

Nombre	Asociación de personas con discapacidad, Energía de Cotopaxi
País:	Ecuador
Lugar:	Avenida Rio Cutuchi y calle Rio Pumacunchi, Subestación Eléctrica San Rafael. Teléfono: 0997430420, 0999238582, casa de dos pisos, azul con blanco, no hay rotulo.
Slogan	Energía en movimiento
E –mail	asodec2012@hotmail.com

Fuente: Presidente de ASODEC Manuel Sánchez

La asociación de discapacitados ASODEC se identifica con el Logo:



ASOCIACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD “ENERGÍA DE COTOPAXI”

Fundada el 29 de Julio de 2011, con Acuerdo Ministerial 033-2012

Figura 1.3: Logo de ASODEC

Fuente: Manuel Sánchez Presidente de ASODEC

CAPÍTULO II

2. MOVILIDAD, TRANSPORTE Y CONDUCCIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD

2.1. DISCAPACIDAD

La discapacidad es la condición bajo la cual ciertas personas presentan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, y en igualdad de condiciones con las demás.(Grupo Delecluse, 2012)



Figura 2.1: Integración de conceptos

Fuente: Olga Sierra C.

2.2. TIPOS

La discapacidad, es una restricción o impedimento en la capacidad de realizar una 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.

La Discapacidad Psíquica (Mental, Intelectual, Cognitiva), que es una disminución en las habilidades cognitivas e intelectuales del individuo, aquí encontraríamos discapacidades como el Retraso Mental, Síndrome de Down.

La Discapacidad Física (motora – motriz) quienes la padecen ven afectadas sus habilidades motrices, ejemplo: deficiencia completa en ambos ligamentos y fascias del muslo de las extremidades inferiores.

La Discapacidad Sensorial se encuentra aquellas discapacidades relacionadas con la disminución de uno o varios sentidos.

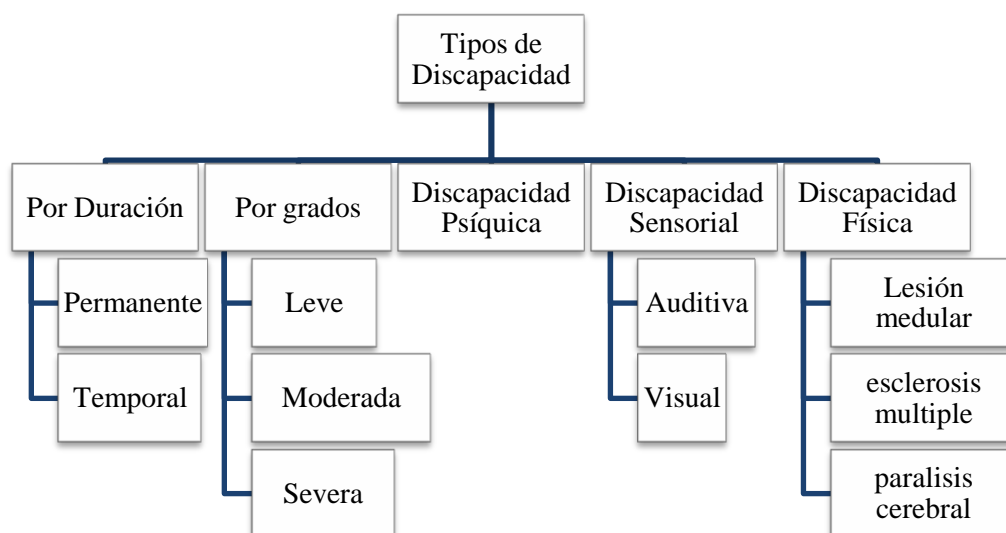


Figura 2.2: Tipos de Discapacidad

Fuente: Olga Sierra C.

Señalar que estos tipos de discapacidad no son siempre fijos, una persona puede evolucionar o involucionar, pasar de un nivel severo a leve o de moderado a severo, el estudio del diseño y construcción del prototipo está dirigido para personas que tienen discapacidad física en las extremidades inferiores, haciendo referencia al estado de afección grave (50-95 %) y completa (96-100%).

2.3. ESTADÍSTICAS

En el Ecuador el CONADIS lleva un control de las personas discapacitadas por provincia y tipo de discapacidad, proporcionándoles beneficios en transporte, educación y salud.

Tabla 2.1: Estadísticas de Discapacidad por Provincias

Provincia	Auditiva	Física	Intelectual	Lenguaje	Psicológico	Visual	TOTAL
Azuay	2584	14681	4935	356	642	2864	26062
Bolívar	1000	2271	1253	156	161	851	5692
Cañar	825	2994	1544	184	280	695	6522
Carchi	1033	2294	904	75	245	549	5100
Chimborazo	2488	5217	2958	165	146	1192	12166
Cotopaxi	1361	4014	2071	283	193	1166	9088
El oro	1602	8145	5413	166	764	1856	17946
Esmeraldas	994	5944	3557	238	296	1633	12662
Galápagos	32	126	107	2	17	30	314
Guayas	8551	38929	20414	902	2866	9036	80698
Imbabura	2234	4238	1764	143	339	1040	9758
Loja	1553	5026	4198	154	620	1502	13053
Los ríos	1231	9882	3745	250	387	1729	17224
Manabí	3449	23495	5812	278	3239	5676	41949
M. Santiago	336	1864	967	115	169	642	4093
Napo	492	1735	851	135	75	476	3764
Orellana	451	2166	761	115	186	925	4604
Pastaza	334	1078	584	28	79	324	2427
Pichincha	7952	23622	11123	712	2289	5983	51681
Santa Elena	969	4579	2077	84	162	809	8680
S. Domingo	973	5069	1971	103	401	1120	9637
Sucumbíos	510	2287	1118	78	178	688	4859
Tungurahua	2056	4248	2502	172	321	930	10229
Zamora	397	1559	821	65	95	366	3303
TOTAL	43407	175463	81450	4959	14150	42082	361511

Fuente: CONADIS

La mayor cantidad de personas con discapacidad se encuentra en la provincia de Guayas y al realizar una clasificación por los tipos, se hace evidente que el mayor número de personas presenta una discapacidad física, de tal manera que el estudio del diseño y construcción del prototipo está orientada hacia ellos.

El proyecto está enfocado a proporcionar una posible solución de movilidad a personas con discapacidad motriz inferior que no pueden conducir un vehículo por sus propios medios, la parte investigativa del diseño y construcción del prototipo se pone a disposición de los miembros de la Asociación de Energía de Cotopaxi “ASODEC”, que podría ser aplicado y adaptado en vehículos para conducción de personas que presentan un grado de discapacidad desde el 50% que comprende una

deficiencia grave al 100% referente a una deficiencia completa en sus extremidades inferiores.

2.4. CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN DE DISCAPACIDAD POR CIF.

Se hace relación a los códigos de estructuras corporales, conforman las partes anatómicas o estructurales del cuerpo como órganos o miembros, a continuación se explica la codificación del código.

S75013.413

El primer dígito hace referencia al dominio, b “Funciones corporales”, s “Estructuras Corporales”, d “Actividades y Participación” y e “Factores Ambientales”.

El segundo dígito se refiere al capítulo (1 al 36), el tercero es descriptor de segundo nivel (1 al 362), el cuarto un descriptor de tercer nivel (1 al 1424), el quinto es el descriptor de cuarto nivel (1 al 1424), a partir del punto se especifica otras características (ver tabla 2.2), el primer dígito hace referencia al calificador de la extensión de la difusión, el segundo calificador es la naturaleza de la disfunción y el tercero es el calificador de la localización de la difusión.

Tabla 2.2: Escala de calificadores para Estructuras Corporales

Primer calificador Extensión de deficiencia	Segundo calificador Naturaleza de deficiencia	Tercer calificador (sugerido) Localización de deficiencia
0 NO existe (0-4 %)	0 no hay daños	0 más de una región.
1 Leve (5-24 %)	1 ausencia total.	1 derecha
2 Moderada (25-49%)	2 ausencia parcial.	2 izquierda
3 Grave (50-95 %)	3 parte adicional.	3 ambos lados.
4 Completa (96-100 %)	4 dimensiones	4 parte delantera
8 no especificada	aberrantes	5 parte trasera
9 no aplicable	5 discontinuidad	6 proximal
	6 posición desviada	7 distal
	7 cambios cualitativos en la estructura, incluyendo acumulación de fluido	8 no especificado
		9 no aplicable

Fuente: CIF Organización mundial de la salud

Los códigos son proporcionados por la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la salud “CIF”, podemos identificar claramente a las personas a quienes va dirigido el prototipo, estableciendo la causa de la discapacidad, el miembro o zona afectada y su grado. La persona discapacitada en su carnet de identificación tendrá el siguiente código:

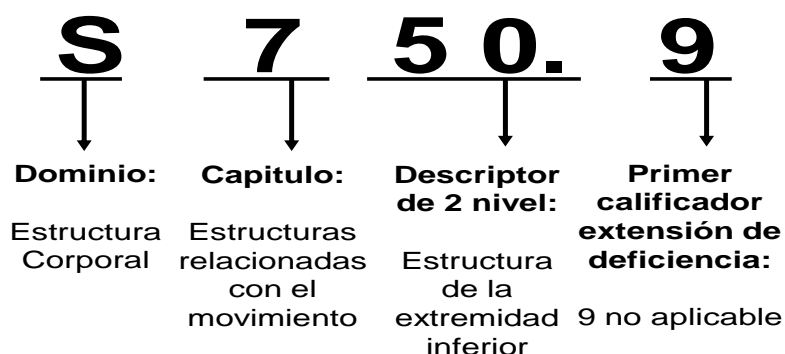


Figura 2.3: Códigos de identificación de discapacidad general

Fuente: CIF Organización mundial de la salud

Por ende el código de identificación **S750.9** Significa que la persona tiene discapacidad en las extremidades inferiores, si se desea conocer más detalladamente sobre la discapacidad de la persona se utiliza el código **S75013.413**, en este caso el carnet del ciudadano especificará que tiene deficiencia completa en ambos ligamentos y fascias del muslo de las extremidades inferiores.

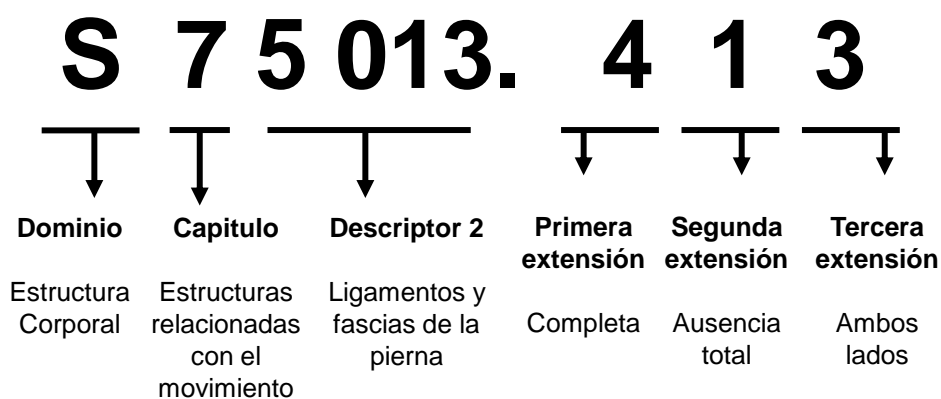


Figura 2.4: Códigos de identificación de discapacidad específica

Fuente: CIF Organización mundial de la salud

2.5. LEGISLACIÓN DE MANDOS ADAPTADOS EN VEHÍCULOS.

En la presente norma se revisan los principios de seguridad que deberían tenerse en cuenta los vehículos de transporte para personas con PMR (Personas con movilidad reducida), y para los vehículos adaptados.

Según la Norma UNE 26450-95 (UNE, 1995). Se trata de una norma en la que se plantean las adaptaciones en un automóvil. Las condiciones generales de esta norma se agrupan en 7 bloques:

- **Versatilidad:** La instalación permitirá que el vehículo pueda ser conducido por cualquier persona.
- **Reversibilidad:** Las instalaciones no deberán afectar de modo irreversible a ningún órgano original del vehículo.
- **Funcionalidad:** Las adaptaciones garantizaran el funcionamiento normal de la dirección, señalización, cambio de marchas, aceleración y frenado.
- **Accionabilidad:** Proporcionara una facilidad de manipulación de los mandos y será determinada por los Organismos Oficiales competentes.
- **Placa descriptiva de identificación:** Sera visible y constara de la marca del equipo instalado y el número de bastidor.
- **Mantenimiento:** Las instalaciones deberán efectuarse de forma que permitan efectuar normalmente las revisiones periódicas del vehículo.
- **Condiciones legales:** Los equipos que se instalen deberán cumplir las condiciones de tipo general que se indican en la legislación vigente.
(Ruiz, 2003)

2.6. NORMAS DE SEGURIDAD VIAL EN VEHÍCULOS ADAPTADOS

2.6.1. LA NORMA AMERICANA SAE J1903 (1990)

Las adaptaciones realizadas sobre los mandos primarios, tanto en EE.UU. como en Europa, se han llevado a cabo desde los años 40, como una simple extensión mecánica del accionamiento de los pedales originales a las manos, de forma que permitían al conductor manejar.

La norma americana SAE J1903 (1990), clasifica los mandos de un vehículo en primarios (de Tipo A o B) y accesorios.

- Mandos primarios de Tipo A (freno, acelerador y sistema de dirección) serían todos aquellos que permiten al conductor actuar directamente sobre la dirección y modificar la velocidad del vehículo en movimiento
- Mandos primarios del Tipo B (selector de velocidades, dispositivo de arranque, palanca de las intermitentes, bocina, control de las luces, control de los espejos retrovisores, etc.), serían aquellos que operados por el conductor, son necesarios para conducir el vehículo de un modo seguro en diferentes situaciones de tráfico.

Los mandos de accesorios, son aquellos que no están relacionados con el movimiento del vehículo, y que operados por el conductor o un pasajero, permiten controlar el entorno del habitáculo, como el control del aire acondicionado, radio e incluso aquellos dispositivos usados para la transferencia a/desde la silla de ruedas, o el propio anclaje de ésta al suelo. (Ruiz, 2003).

El prototipo tiene mandos primarios de Tipo A y B, que hacen referencia al acelerador-freno y embrague respectivamente, proporcionando al conductor un control del movimiento del vehículo por intermedio de un sistema de mandos ubicados en el volante y palanca de cambios.

2.7. DISEÑO DE VEHÍCULOS PARA DISCAPACITADOS

La construcción de vehículos adaptados para personas con discapacidad en forma artesanal no cuenta con pruebas que validen su seguridad y ergonomía, los técnicos que realizan este tipo de adaptaciones omiten varios criterios técnicos y diseño que brinden la fiabilidad y efectividad de los sistemas de activación y control de embrague, freno y aceleración. Los modelos existentes en el mercado son:

El acelerador electrónico, consta de una palanca que se ubica sobre la columna de la dirección y que accionándolo hacia adelante actúa sobre el freno. Además en su

extremo tiene una articulación con un dispositivo giratorio que se usa a modo de acelerador, al girarlo hacia la derecha acelera el vehículo. (Crespo, 2013)

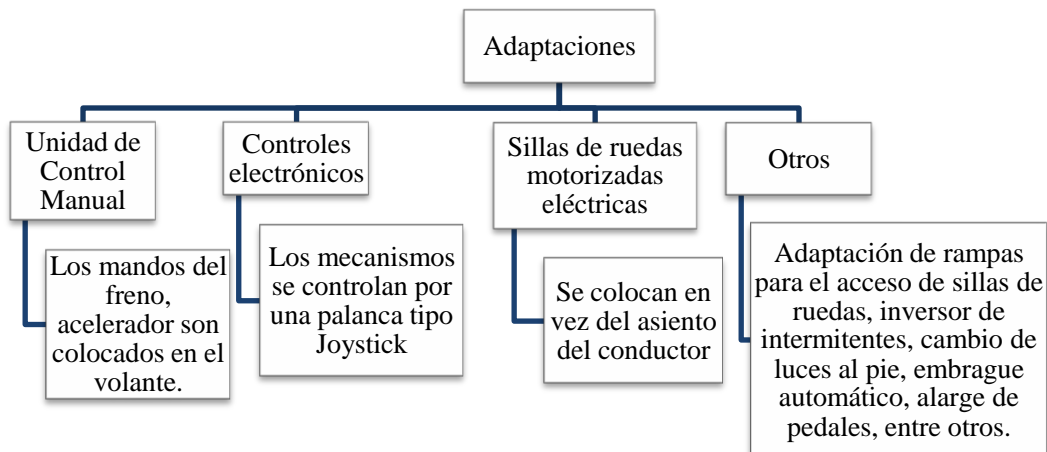


Figura 2.5: Adaptaciones en vehículos para discapacitados

Fuente: Euromobility

2.8. TIPOS DE DISEÑOS DE MANDOS DE CONTROL EN VEHÍCULOS SEGÚN LA DISCAPACIDAD

Los diseños más conocidos en la actualidad es el acelerador de aro bajo el volante, utilizado por conductores con falta de funcionalidad completa o parcial en las extremidades inferiores.

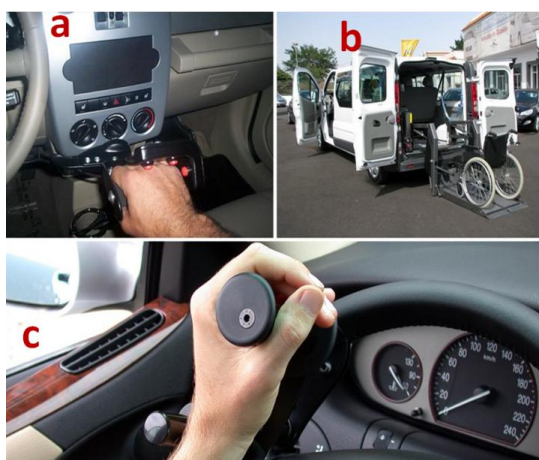


Figura 2.6: Tipos de mandos usados en vehículos para discapacitados

Fuente: Euromobility

Este dispositivo transforma en manual el mando a pedal del acelerador y lo transfiere al volante, y permite elegir cinco diferentes maneras de conducción según el tipo de recorrido, permitiendo la conducción evitando el entorpecimiento y cansancio de las extremidades superiores, la ubicación debajo el volante no obstaculiza la eventual salida del airbag, permite mantener intactos los eventuales mandos de ajuste y no altera la visibilidad del cuadro de mandos.

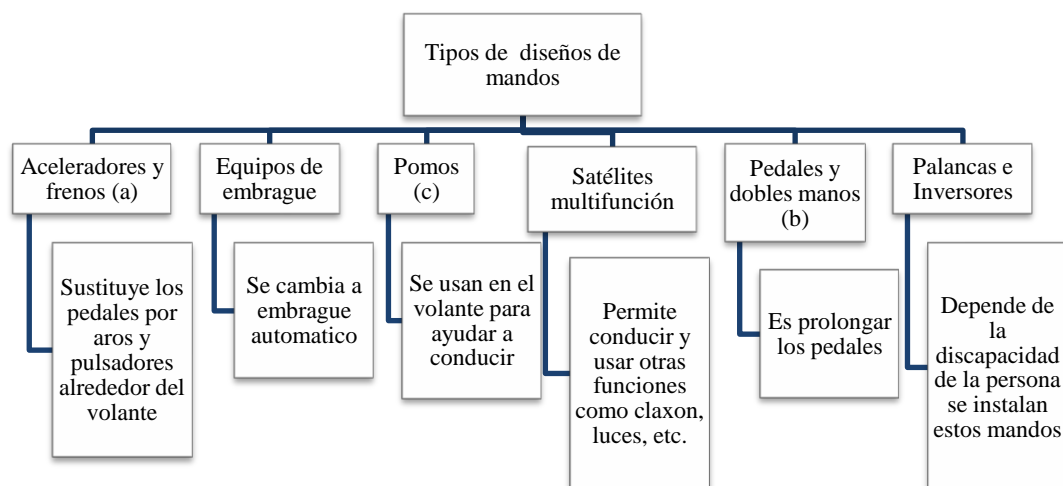


Figura 2.7: Tipos de diseños de mandos de control del vehículo

Fuente: Soluciones ARC libertad de movimiento

2.9. PARÁMETROS DE DISEÑO

El desarrollo del prototipo cuenta con varios aspectos de diseño tanto en la parte mecánica como electrónica, fundamentando mediante cálculos y modelos matemáticos para la selección de elementos indispensables en la construcción del proyecto.

Aspectos Mecánicos:

- Fuerza necesaria para el accionamiento de los pedales.

- Espacio disponible para la adaptación e instalación de los componentes mecánicos.
- Dimensionamiento de reductores de torque (poleas) utilizados en el accionamiento del embrague y freno.

Aspectos Electrónicos:

- Espacio disponible para implementación de los actuadores y Encoders.
- Capacidad de operación y respuesta de los dispositivos electrónicos.
- Potencia de trabajo de los actuadores,
- Voltaje y amperaje para el funcionamiento del sistema.
- Ubicación y protección del control electrónico por cortocircuitos y sobrecargas de corriente.

2.9.1. TORQUE DE ACCIONAMIENTO EN LOS PEDALES

El torque permite elegir el actuador que activa cada uno de los sistemas automotrices del vehículo para su respectivo accionamiento.

Utilizando la relación fuerza por distancia se obtiene el torque necesario para accionar el acelerador, freno y embrague siendo r la distancia.

Ecuación 2.1.

T: Torque

F: Fuerza

r : distancia



Figura 2.8: Dinamómetro

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

La masa obtenida por medio del dinamómetro analógico permite calcular la fuerza que es igual al peso, donde m es masa y g la gravedad:

Ecuación 2.2.

F: Fuerza

W: Peso

m : masa

g : gravedad 9.8 m/s^2

2.9.2. DISEÑO DE ENGRANAJES

Para la construcción de los engranajes de pequeños se recomienda usar módulos entre 0.5 y 1, con un ángulo de presión de 20° , el tamaño de la rueda dentada es directamente proporcional al modulo de la misma. (Calbet, 2009).

Tabla 2.3: Tabla de módulos y pasos unificados para engranajes

Modulo m (mm)	Paso diametral
0.3	84.667
0.4	63.500
0.5	50.800
0.8	31.750
1	25.400
1.25	20.320
1.5	16.933
2	12.700
2.5	10.160
10	2.540
20	1.270

Fuente: Diseño de Maquinas Robert L. Norton

Para el diseño de un engrane se parte desde el conocimiento del diámetro primitivo, este define la circunferencia en que se produce el contacto entre las dos ruedas dentadas, está comprendido entre el diámetro de pie y el diámetro exterior, y puede calcularse mediante la fórmula:

Ecuación 2.3.

Dp: Diámetro primitivo

Z: Numero de dientes

M: Modulo

El diámetro de Base se obtiene a partir del diámetro primitivo multiplicado por en ángulo de presión.

Ecuacion2.4.

Db: Diámetro base

Dp: Diámetro primitivo

: Ángulo de presión

El diámetro de pie define la circunferencia de fondo del entre diente del dentado que en algunos casos puede ser más pequeño que el círculo base y producir errores de mecanizado, por lo que deben compararse estos valores antes de proceder al mecanizado. La forma de calcularlo varía en función de si se trata de una rueda dentada exterior o interior.

Ecuación 2.5.

Dpe: Diámetro de pie

Dp: Diámetro primitivo

Mn: Modulo normal 0.5

K: Constante 2.32

Diámetro exterior, define la circunferencia exterior hasta donde llega el dentado, su valor se determina mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 2.6.

De: Diámetro exterior
 Dp: Diámetro primitivo
 K: Constante 2
 Mn: Modulo 0.5

La altura del diente es la longitud radial del diente, sirve para comprobar la exactitud de fabricación de la rueda dentada, su valor viene determinado por los valores del diámetro de pie y exterior mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 2.7.

h: Altura del diente
 De: Diámetro exterior
 Dpe: Diámetro de pie

La altura cordal indica la altura a partir de la cual, partiendo del diámetro exterior, se mide el espesor cordal, es un parámetro muy importante para la comprobación de la fabricación, y viene determinado por la fórmula:

Ecuación 2.8.

ac: Altura cordal
 Mn: Modulo 0.5
 Dp: Diámetro primitivo
 Z: Numero de dientes

Espesor cordal es el espesor del diente a la altura del diámetro primitivo (lugar de contacto entre ruedas dentadas). Su valor se obtiene de la siguiente ecuación:

Ecuación 2.9.

ec: Espesor cordal

M: Modulo 0.5

Z: Numero de dientes

La distancia entre centros es la distancia entre la de la rueda dentada conductora y la rueda dentada conducida, este parámetro permite eliminar los ruidos y vibraciones indeseados. Su valor viene determinado por los diámetros primitivos de las ruedas dentadas que engranan entre sí mediante:

————— Ecuación 2.10.

Dc: Distancia entre centros

Dp1: Diámetro primitivo engrane

Dp2: Diámetro primitivo piñón

2.9.3. DISEÑO DE LA CREMALLERA

La cremallera es una pieza dentada que describe un movimiento rectilíneo en uno u otro sentido según la rotación del piñón.

El mecanismo piñón-cremallera funciona como un engranaje simple, esto significa que tanto la cremallera como el piñón han de tener el mismo paso circular y, en consecuencia, el mismo módulo. Para construir la cremallera se debe tomar en cuenta el dimensionamiento del piñón, su desplazamiento y el número de pasos.

El paso (p) se puede calcular a partir de las características del piñón, con m: 0.5.

Ecuación 2.11.

p: Paso

M: Modulo 0.5

El número de pasos se define como:

Ecuación 2.12.

Finalmente el desplazamiento se obtiene aplicando la ecuación:

Ecuación 2.13.

L: Desplazamiento

p: Pasos

2.9.4. DISEÑO DE POLEAS

En el prototipo utilizaremos polipastos una combinación de poleas fijas y móviles recorridas por cuerdas con los extremos anclados a puntos fijos, en este mecanismo la ganancia mecánica y el desplazamiento de la carga van en función inversa: cuanto mayor sea la ganancia conseguida menor será el desplazamiento.

Para fundamentar sobre las poleas utilizadas que permitieron disminuir el torque necesario en los motores hacemos referencia a los siguientes aspectos:

En una polea fija, tomando como referencia el eje de la polea, se cumple:

Ecuación 2.14.

F: Fuerza

P: Peso

En una polea móvil, tomando como referencia el eje de la polea, se cumple:

— Ecuación 2.15.

F: Fuerza

P: Peso

Un aparejo potencial está compuesto por dos o más poleas móviles y una sola polea fija y lo utilizaremos en el sistema de embrague.

— Ecuación 2.16.

F: Fuerza

P: Peso

n: Número de poleas

Un aparejo factorial consiste en montar varias poleas fijas acopladas en una sola armadura que se conectan mediante una sola cuerda con otras poleas móviles que se montan en otra armadura, que será utilizado en el sistema de frenos.

F: Fuerza

P: Peso

n: Número de poleas

2.9.5. ESTUDIO DINÁMICO EN LOS FRENOS

Las pruebas realizadas hacen referencia al sistema de frenos, encargado de disminuir paulatinamente o en su totalidad la velocidad del vehículo, las fuerzas de frenado son: las resistencias a la marcha, la retención del motor y la proporcionada por el sistema de frenos.

Las fuerzas de frenado que intervienen para detener el movimiento del automóvil cuando circula por la carretera, son; al momento de presionar el pedal en los pistones de los cilindros de la rueda, zapata-tambor o pastilla-disco y entre el neumático-piso.

El coeficiente de adherencia depende del tipo de neumáticos, de su estado de desgaste, de la presión de inflado y por otro lado de la calidad del pavimento, en la tabla 2.8 se dan los valores indicativos para diferentes materiales, se observa como el hielo o la nieve, el barro sobre la calzada disminuyen notablemente el coeficiente y con él la fuerza de agarre de las ruedas sobre el suelo.

Tabla 2.4: Valores del coeficiente de adherencia μ

TIPO DE SUELO	ESTADO	NEUMÁTICOS NUEVOS (μ)	NEUMÁTICOS USADOS (μ)
Hormigón	Seco	1	1
	Mojado	0,7	0,5
Asfalto grueso	Seco	1	1
	Mojado	0,7	0,5
Asfalto normal	Seco	0,6	0,6
	mojado	0,5	0,3
	Barro	0,3	0,1
	Hielo	0,05	<0,05
Asfalto compacto	Seco	0,6	0,6
	Mojado	0,65	0,3

Fuente: Muñoz Gracia Francisco, Calculo teórico y práctico del automóvil

En el efecto de frenado hay que tener en cuenta que desde que el conductor ve el obstáculo hasta que pisa el freno, transcurre un cierto tiempo llamado tiempo de reacción que en condiciones normales de reflejos suele ser de un segundo, luego el tiempo de parada real en segundos de un vehículo es:

— Ecuación 2.18

tp: tiempo de frenado
 tf: Tiempo de frenado
 tr: Tiempo de reacción
 μ : Coeficiente de adherencia
 g: Gravedad
 v: Velocidad del vehículo

La Distancia de parada es el espacio recorrido por el vehículo desde que se acciona los frenos hasta que se detiene completamente, los aspectos que se consideran son la presión que se ejerce sobre el pedal del freno, la fuerza de adherencia del neumático con el piso, la velocidad del vehículo en el momento de frenar, la fuerza y dirección del viento. Algunos factores son variables difíciles de determinar, la distancia de parada no puede ser obtenida más que por una medida directa, sin embargo puede ser calculada de una manera aproximada.

Para calcular la distancia de parada del automóvil luego de aplicar los frenos, no se considera la resistencia del vehículo, suponiendo una buena adherencia del neumático con el suelo y ejerciendo la máxima presión sobre el pedal del freno, se determina la expresión de la siguiente manera:

— Ecuación 2.19.

e: Distancia de parada
 E: Eficacia de los frenos de 0.1 a 0.99
 v: Velocidad del vehículo
 254: Constante para una distancia en metros.

La distancia de parada es igual para en vehículos pesados y turismos porque no depende del peso para detenerse, siempre que la velocidad y eficacia de los frenos sean las mismas.

CAPÍTULO III

3. PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LOS SISTEMAS DE FRENO, ACELERACIÓN Y EMBRAGUE DEL VEHÍCULO PROTOTIPO.

3.1. SISTEMA DE FRENOS

La función principal de los frenos es disminuir o anular progresivamente la velocidad del vehículo, o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido, considerando que el sistema sea eficaz, tenga estabilidad, progresividad y confort. (vigaja30, 2012)



Figura 3.1. Sistema de Frenos

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

3.1.1. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE FRENOS

Entre los diferentes sistemas de accionamiento podemos distinguir tres modalidades; sistema de freno por fuerza muscular, sistema de freno por fuerza auxiliar y sistema de freno por fuerza ajena.

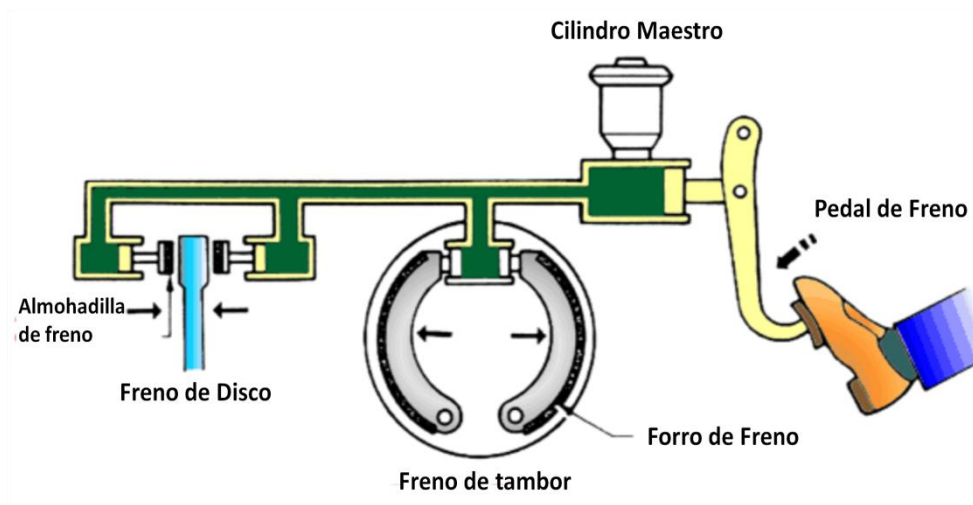


Figura 3.2: Accionamiento del Sistema de Frenos

Fuente: Toño Carrascosa Prieto

Para activar el sistema de frenos desde el pedal o desde la palanca del freno de mano se necesita un accionamiento que puede ser:

- Sistema Mecánico, conformado por el freno de mano.
- Sistema Hidráulico utilizado especialmente en vehículos turismo y pequeñas camionetas.

En el mando hidráulico, el esfuerzo ejercido sobre el pedal por el conductor es transmitido a los frenos por medio de una columna de líquido, el sistema consiste en una bomba llamada cilindro maestro en la cual la presión es creada por el esfuerzo del conductor. Por medio de las canalizaciones, esta presión es transmitida a los bombines de las ruedas que accionan los frenos.

El circuito auxiliar de frenos es un mecanismo de freno mecánico, llamado freno de mano, accionado desde el interior del vehículo, de forma que una vez fijado el mando, las ruedas son bloqueadas para evitar el deslizamiento.

Este mecanismo se aplica generalmente a las ruedas traseras (meganeboy, Aficionados a la Mecánica, 2014).

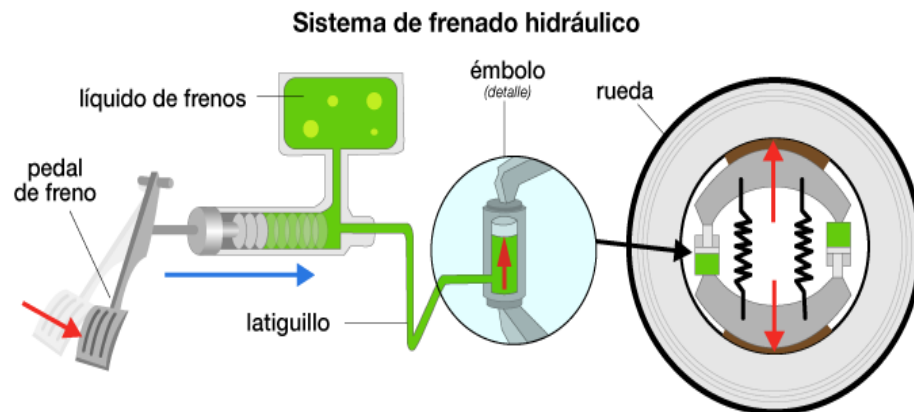


Figura 3.3: Esquema Básico de un Circuito de frenos

Fuente: Toño Carrascosa Prieto

Las tuberías de freno rígidas, están constituidas por tubos de cobre, latón o acero, han de ser resistentes a la oxidación y a la corrosión, se sujetan al bastidor o a la carrocería por medio de grapas.

Las tuberías flexibles, llamados latiguillos, son de goma y se utilizan como unión entre la tubería rígida y los frenos de la rueda.

Según la normativa "DIN 74000" hay cinco posibilidades de configurar los circuitos de frenos en un vehículo, especificadas mediante letras: II, X, HI, LL y HH. La forma de las letras se asemeja aproximadamente a la disposición de las tuberías de freno entre el cilindro principal y los frenos de rueda. (meganeboy, Aficionados a la Mecánica, 2014):

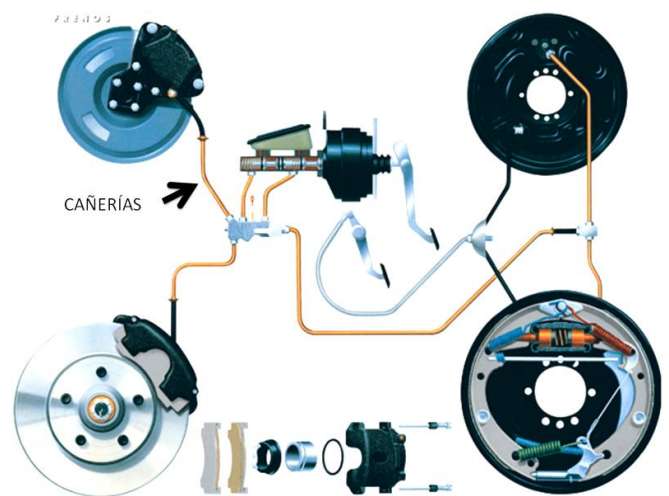


Figura 3.4: Distribución de las Cañerías

Fuente: Manual Técnico del Automóvil P.P.J. Read

3.1.2. TIPOS DE SISTEMAS DE FRENADO

Los mecanismos de freno de las ruedas se distinguen entre frenos de disco y frenos de tambor. Estos últimos se utilizan más para los ejes traseros y en los vehículos más lentos.

La energía de frenado transmitida por el sistema de frenos actúa en estos frenos de rozamiento como fuerza tensora para comprimir los foros de los frenos contra el tambor o contra el disco, para un mejor rendimiento y efectividad en todas las condiciones de funcionamiento (frenados consecutivos, alta velocidad, etc.) se deben considerar:

El material del foro está compuesto por un coeficiente de rozamiento adaptado generalmente entre 0.35 y 0.45, es preciso hacer notar que un coeficiente bajo es particularmente desaconsejable para evitar un rendimiento deficiente, pero de la misma manera, un coeficiente muy alto puede acarrear problemas peores como puede ser bloqueo de las ruedas, ruidos excesivos y temblores al frenar. (Meganeboy, 2014).

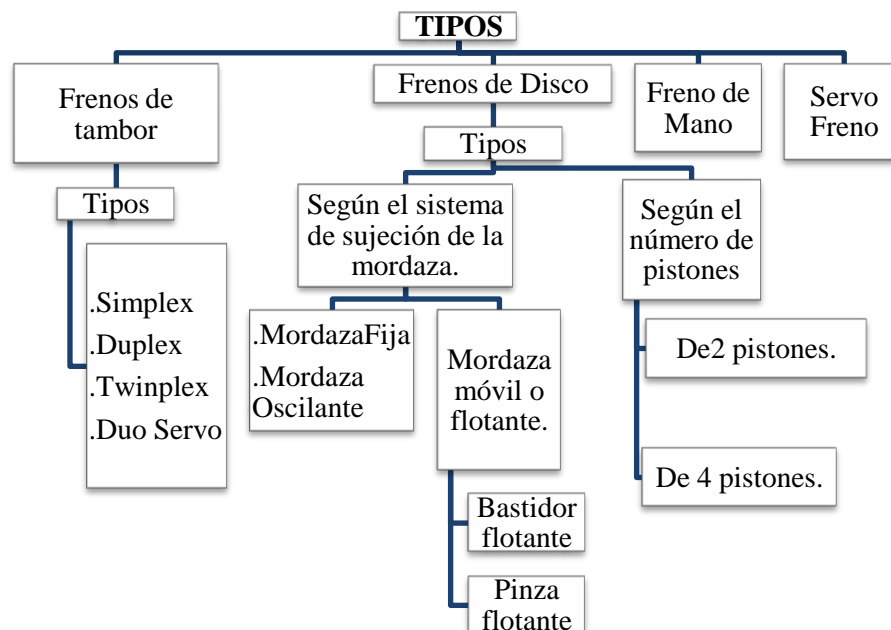


Figura 3.5: Tipos de Sistemas de Frenado

Fuente: Aficionados a la mecánica

3.2. MANDO DE ACELERACIÓN

En determinados momentos en la marcha de un vehículo, como en los adelantamientos o aceleraciones rápidas, existe la necesidad de aportar mayor potencia en el motor, para ello el carburador dispone de una bomba de aceleración que suministra una cantidad adicional de combustible controlado con el accionamiento del pedal.

Entre los elementos que conforman el cuerpo de aceleración está la bomba del acelerador, mariposa de estrangulación, conjuntamente con el cable de acero y el pedal.

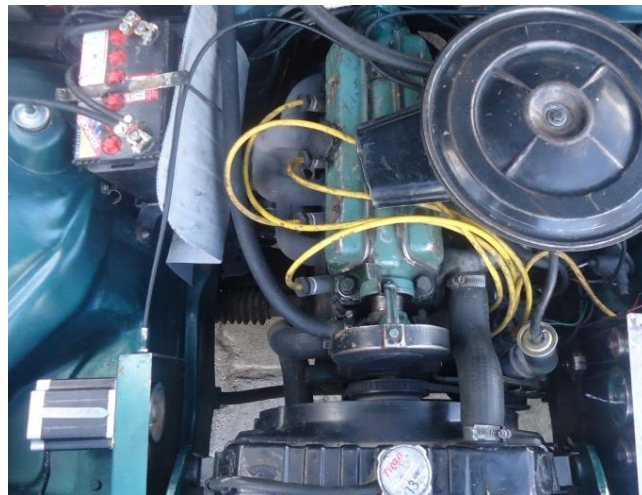


Figura 3.6: Actuador del sistema de aceleración

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz L, Quiroz J.

3.2.1. CARBURADOR

El carburador debe ser capaz de mantener la mezcla aire combustible adecuada para los distintos regímenes de funcionamiento del motor, la mezcla ideal que debe ser proporcionada a los cilindros del motor es de 15 Kg. de aire por 1 Kg. de combustible.

A esta relación de aire – combustible λ se le llama punto estequiométrico es decir el balance ideal para una combustión completa, como resultado una potencia adecuada al motor y una emisión controlada de los gases de escape.

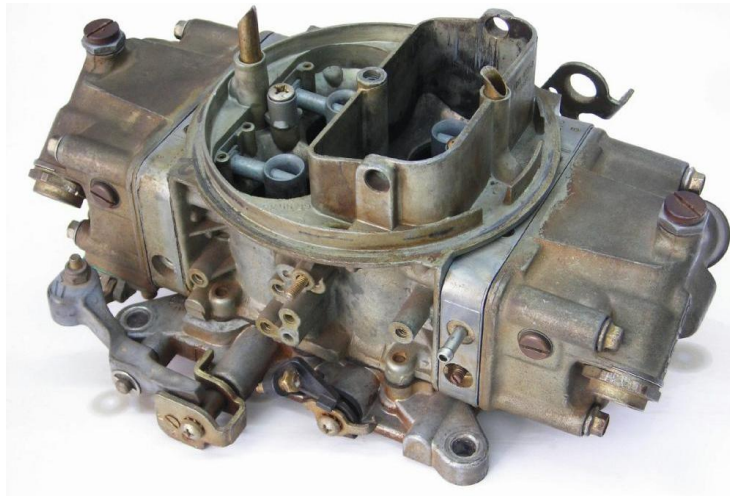


Figura 3.7: Carburador Componentes

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz L, Quiroz J.

3.3. EMBRAGUE

El embrague es el sistema encargado de transmitir o interrumpir el movimiento del motor a través del cigüeñal a la caja de velocidades, el accionamiento se lo realiza mediante un pedal desde el interior de un vehículo, en su puesto de conducción.

Cuando el pedal esta sin pisar el movimiento de giro se transmite íntegramente y decimos que esta embragado; cuando es accionado totalmente, el desacople es completo y decimos que esta desembragado.

Características:

- ✓ Resistencia mecánica: para transmitir todo el par a las ruedas.
- ✓ Resistencia térmica: para absorber el calor generado por la fricción.
- ✓ Progresividad y elasticidad: para evitar tirones.
- ✓ Adherencia: para que no pueda patinar y pierda fuerza de transmisión.
- ✓ Rapidez de maniobra que permita embragar y desembragar con facilidad.

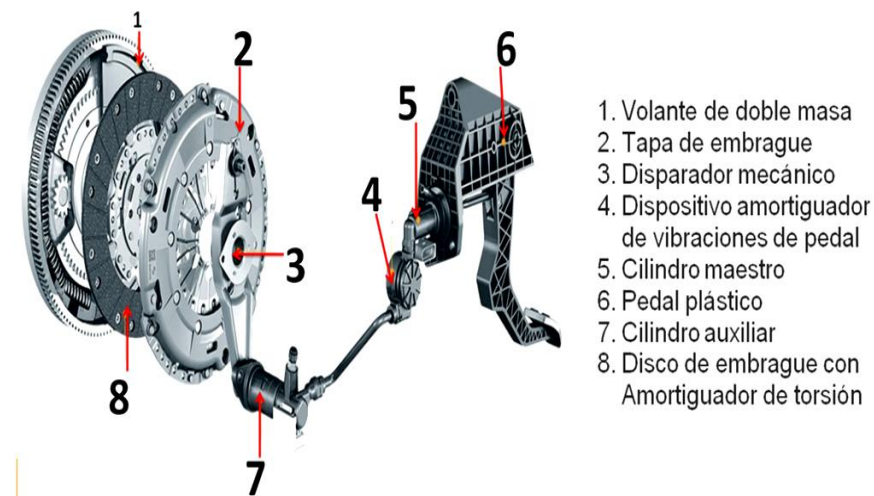


Figura 3.8: Partes del Embrague

Fuente: Auto mecánico

3.3.1. EMBRAGUE DE FRICCIÓN

El mecanismo de transmisión de movimiento se logra mediante el contacto entre dos superficies rugosas, una solidaria al eje conductor y la otra al conducido.

El embrague de fricción está compuesto por dos partes claramente diferenciadas, el disco de embrague y el plato de presión.

Cuando el embrague se encuentra en posición de transmisión de movimiento (embragado) el plato de presión empuja el disco contra el volante de inercia del motor de forma que el giro de este se transmite al eje de transmisión, el rozamiento entre el disco, el volante y el plato se consigue mediante unos forros de alto coeficiente de rozamiento y resistencia al desgaste y calor. (UCLM, 2014)

a. Embrague de Diafragma

Este tipo de embrague utiliza en sustitución de los muelles y las patillas de desembrague un diafragma de acero en forma de disco cónico, con unas hendiduras radiales, sus características de presión dependerán esencialmente de su espesor “e”, conicidad y de la longitud de su parte activa “h”.

El embrague de diafragma permite obtener mayores ventajas respecto al de muelles, ocupa menor espacio, reparte de mejor manera la presión y necesita de menor esfuerzo de maniobra en el pedal.



Figura 3.9: Embrague de Diafragma

Fuente: Francisco Camarena Lillo

3.3.2. COMPONENTES DEL EMBRAGUE

El mecanismo del embrague se encuentra compuesto por un conjunto de presión (carcasa, plato de presión, diafragmas, uniones), disco de embrague y el cojinete de embrague (de Fricción, de rodamiento, de camisa con arandela).

a. Disco de embrague

El disco de embrague es el elemento encargado de transmitir a la caja de velocidades todo el par motor sin que se produzcan resbalamientos.

b. Plato de presión

También denominado maza de embrague, se compone de un disco de acero en forma de corona circular, por una cara se une a la carcasa del mecanismo de embrague, a través de unos muelles o diafragma y por otra cara se une a una de las caras del disco de embrague.

c. Cojinete de Embrague

El cojinete recibe la acción del mando y aplica la carga sobre el diafragma para realizar las operaciones de embrague y desembrague. La acción del mando debe ser una fuerza deslizante coaxial con el eje del embrague y con un desplazamiento definido para producir el desembrague, esta fuerza debe ser aplicada por el cojinete sobre un elemento que se encuentra en rotación, por tanto, el cojinete debe ser un mecanismo capaz de resolver este doble contacto. (Lillo, 2006)

CAPÍTULO IV

4. COMPONENTES ELECTRÓNICOS UTILIZADOS EN EL PROTOTIPO

4.1. ENCODERS

Un encoder es un dispositivo que convierte un movimiento en una señal eléctrica (pulsos) es ampliamente usado en aplicaciones industriales como control numérico, robots, servomotores, bandas transportadoras para medir posición y velocidad (West Instruments de Mexico SA).



Figura 4.1: Encoder absoluto rotativo con interface SERCOS III

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Un encoder se compone básicamente de un disco conectado a un eje giratorio, el disco está hecho de vidrio o plástico y se encuentra codificado con unas partes transparentes y otras opacas que bloquean el paso de la luz emitida por la fuente de emisores infrarrojos.

En la mayoría de los casos, estas áreas bloqueadas están arregladas en forma radial, a medida que el eje rota, el emisor infrarrojo emite luz que es recibida por el sensor óptico (o foto-transistor) generando los pulsos digitales a medida que la luz cruza a través del disco o es bloqueada en diferentes secciones de este. Esto produce una secuencia que puede ser usada para controlar el radio de giro, la dirección del movimiento e incluso la velocidad.

4.1.1. CLASIFICACIÓN

Existen básicamente dos tipos de encoder según su diseños básico y funcionalidad: encoder Incremental y encoder Absoluto. Adicionalmente existen otros tipos de Encoders como por ejemplo el encoder óptico, lineal y el encoder de cuadratura. (Autonics, 2013) (LBA industrial mining y compañía s., 2014)

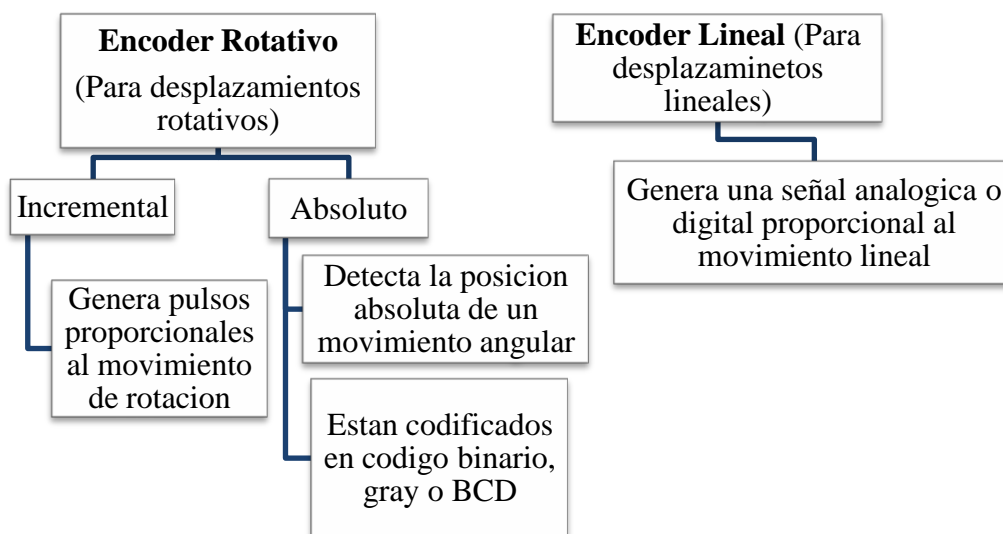


Figura 4.2: Clasificación de los Encoders.

Fuente: Dominion

Para elegir correctamente el encoder se consideraron los siguientes aspectos: un encoder incremental genera pulsos, rotación y movimiento lineal, son utilizados para medir la velocidad o la trayectoria de posición, su velocidad de operación es variable (lento o rápido), mientras tanto un encoder absoluto genera multi-bits digitales que indican solo la posición actual y su velocidad de funcionamiento es constante, por tales características se optó utilizar el encoder incremental.

4.1.2. ENCODER INCREMENTAL

Los Encoders incrementales proporcionan un número determinado de pulsos por revolución del eje, la velocidad se mide contando los pulsos durante cierto periodo de tiempo, para calcular el ángulo o la distancia cubierta, los pulsos comienzan a contarse a partir de un punto de referencia (PEPPERL+FUCHS).



Figura 4.3: Encoder Incremental

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Los Encoders incrementales pueden ser de dos tipos Unidireccional (un solo canal de salida A) y bidireccionales (dos canales de salida).

Para el mecanismo se utilizo un encoder incremental bidireccional que tiene dos canales de salida A y B, que permiten detectar el sentido de rotación del eje, el canal B está desfasado en 90° eléctricos respecto al canal A, la tolerancia de las señales suministradas en 360° eléctricos (1periodo) es de $\pm 10\%$.

Tabla 4.1: Especificaciones del Encoder

Nombre	TVI40
Número de pulsos	≤ 1.024
Diámetro de la carcasa	$\varnothing 40$ mm
Diámetro de brida	$\varnothing 20$ mm
Eje macizo	$\varnothing 6, \varnothing 8,$ $\varnothing 1/8", \varnothing 1/4"$ mm
Revoluciones máximas	6000 rpm
Max. Carga del eje axial	20 N.
Max. Carga del eje radial	30 N.
Voltaje de operación	4,75...30 VDC
Max. Frecuencia de salida	100 KHZ
Señales de salida	A, \bar{A} , B, B' , O, \bar{O}

Fuente: Pepperl fuchs

4.2. PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)

Es un dispositivo electrónico programable, diseñado para controlar en tiempo real y en un medio industrial, procesos secuenciales, posee software y hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar (Prieto, 2014).



Figura 4.4: Arquitectura de un Autómata Programable

Fuente: Electrotecnia



Figura 4.5: PLC Xinje

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Ventajas del PLC:

- Control más preciso.
- Mayor rapidez de respuesta.
- Flexibilidad Control de procesos
- Seguridad en el proceso.
- Mejor monitoreo del funcionamiento.
- Menor mantenimiento.

- Detección rápida de averías
- Posibilidad de modificaciones sin elevar costos.
- Menor costo de instalación, operación y mantenimiento.
- Posibilidad de gobernar varios actuadores con el mismo autómat.

Desventajas:

- Solo funciona con el sistema operativo Windows.
- Producción de equipos todavía limitada.

4.2.1. ESTRUCTURA DEL PLC

Los PLC se componen esencialmente por bloques internos los cuales se dividen en:

- Fuente de alimentación
- CPU (procesador de memorias RAM, ROM, EEPROM)
- Modulo de entrada
- Modulo de salida

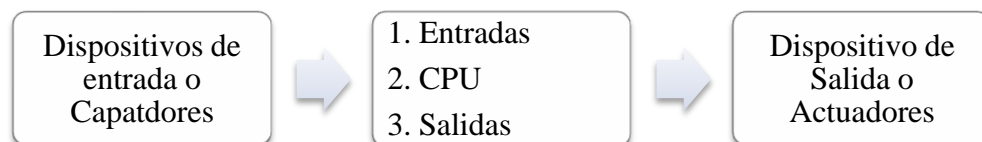


Figura 4.6. Bloques de un PLC

Fuente: Electrotecnia

El sistema de carga del vehículo es de 24 voltios DC, que alimenta al control electrónico donde se encuentran alojados los drivers de los actuadores y el PLC que funcionan con una corriente de 5 amperios.

El procesador está constituido por el microprocesador, el generador de impulsos de onda cuadrada y por el módulo de entrada de datos que son captadores pasivos (interruptores, pulsadores, finales de carrera) y captadores activos son los sensores (inductivos, capacitivos, fotoeléctricos).

El modulo de salida de datos es el encargado de activar y desactivar los actuadores, se distinguen tres tipos: módulos de salidas a relé, a TRIAC y a transistor.

4.2.2. CICLO SCAN DE UN PLC

En primer lugar lee todas las entradas y almacena el estado de cada una de ellas, ejecuta las operaciones del programa siguiendo el orden en que se han grabado, posteriormente escribe el resultado de las operaciones en las salidas, una vez escritas activa o desactiva las operaciones en la secuencia que el operador lo requiera.

4.2.3. CLASIFICACIÓN

Según la estructura existen dos tipos de PLC en el mercado, modulares y compactos.

En el control electrónico se utilizo un PLC Modular, por las características que este nos brinda para la facilitar la programación y control de los actuadores, dentro de los aspectos considerados se especifican los siguientes:

- Capacidad de entradas y salidas
- Cantidad de programas que puede ejecutar al mismo tiempo (multitarea).
- Cantidad de contadores, temporizadores, banderas y registros.
- Lenguajes de programación.
- Capacidad de realizar conexión en red de varios PLC.
- Compatibilidad con equipos de otras gamas.

En el PLC de tipo modular, los módulos se comunican internamente a través de buses ubicados en el fondo del dispositivo o "rack" donde se ensambla la arquitectura deseada y la programación de control mediante datos de entrada y salida.

El ciclo de funcionamiento del PLC se describe en el siguiente flujo grama.

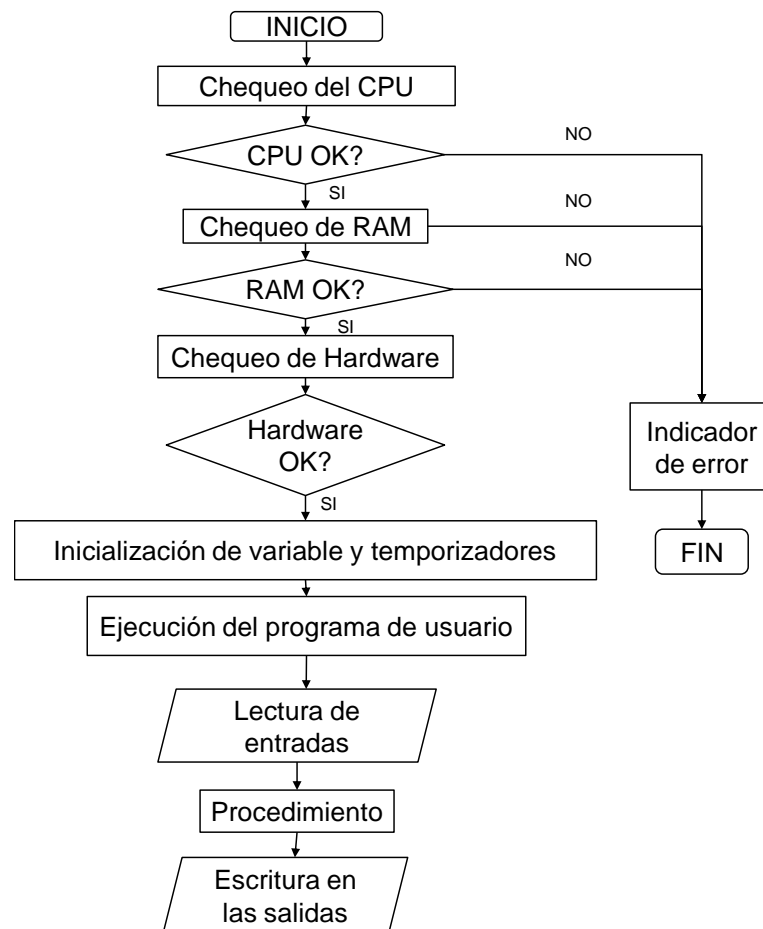


Figura 4.7: Etapa de chequeo del PLC

Fuente: Liceo Diego Portales

4.3. PLC XINJE

Por su compatibilidad y por su bajo costo, sin dejar a un lado las prestaciones y beneficios que nos proporciona, es un dispositivo electrónico digital con una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas de configuración, secuencia, sincronización, conteo y funciones aritméticas, necesarias para el control de los actuadores instalados en el prototipo.

El PLC tienen la gran ventaja de permitir modificar un sistema de control sin tener que volver a alambrear las conexiones de los dispositivos de entrada y salida; basta con que el operador digite en un teclado las instrucciones correspondientes.

Dentro de las ventajas que aporta su estructura esta la resistencia a la vibración, temperatura, humedad y ruido. El PLC cuenta con una interfaz de entradas y salidas rápidas, con un lenguaje de programación Ladder compatible con el software XCPPro, la frecuencia de trabajo del PLCs es de 50/60 Hz y posee dos puertos de comunicación COM1 y COM2.

El puerto COM1 se utiliza para la descarga del programa desde la PC al PLC, así como la conexión del mismo con una interfaz HMI y el puerto COM2 es usado para la comunicación en red entre varios PLCs

Tabla 4.2: Especificaciones Técnicas del PLC

XINJE XCC-32T-E	
ÍTEMS	ESPECIFICACIONES
Forma de ejecución del programa	Forma de bucle de exploración
Forma de programación	Instrucción en Ladder
Máxima corriente	50 mA.
Visualización	Luz led
Espacio de programación	256 k
Puntos de entrada y salida	18 DI /14 DO
Tiempo de respuesta en la entrada	Aproximadamente 10 ms
Señal de entrada de voltaje	24 V DC
Señal de entrada de corriente	7 mA.
Corriente de entrada energizada	Hasta 4.5 mA.
Registro de datos (D)	9024 palabras
Distribución de alta velocidad	HCS, salida de pulsos, interrupción externa
Ajuste del intervalo del tiempo	0 ~ 99mS
Protección de contraseña	6 bits ASCII
Máx. f. de salida de pulsos	200 KHZ

Fuente: Wuxi Xinje eléctrico ltd.

4.4. ACTUADORES

4.4.1. MOTORES ELÉCTRICOS

Transforma la energía eléctrica que recibe almacenada en una serie de baterías en energía mecánica. Consta de una parte fija denominada estator, y una móvil llamada rotor, ambas están realizadas en material ferro magnético, y disponen de una serie de ranuras en las que se alojan los hilos conductores de cobre que forman el devanado eléctrico.

En todo motor eléctrico existen dos tipos de devanados: el inductor, que origina el campo magnético para inducir las tensiones correspondientes en el segundo devanado, que se denomina inducido, pues en él aparecen las corrientes eléctricas que producen el par de funcionamiento deseado. (WIKIPEDIA, 2014)

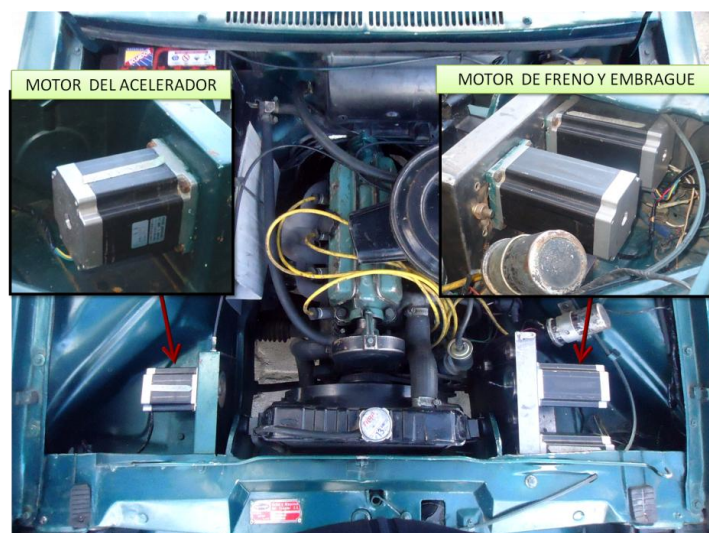


Figura 4.8: Actuadores

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

4.4.2. CLASIFICACIÓN

Se clasifican en dos grandes grupos, según el tipo de red eléctrica a la que se encuentren conectadas. Así, se tienen:

- Motores eléctricos de corriente alterna.
- Motores eléctricos de corriente continua; normal y pasa a paso.

Debido a su reversibilidad, estos tipos de máquinas eléctricas rotativas pueden funcionar:

- Como motores, transformando la energía eléctrica en energía mecánica.
- Como generadores, transformando la energía mecánica en eléctrica

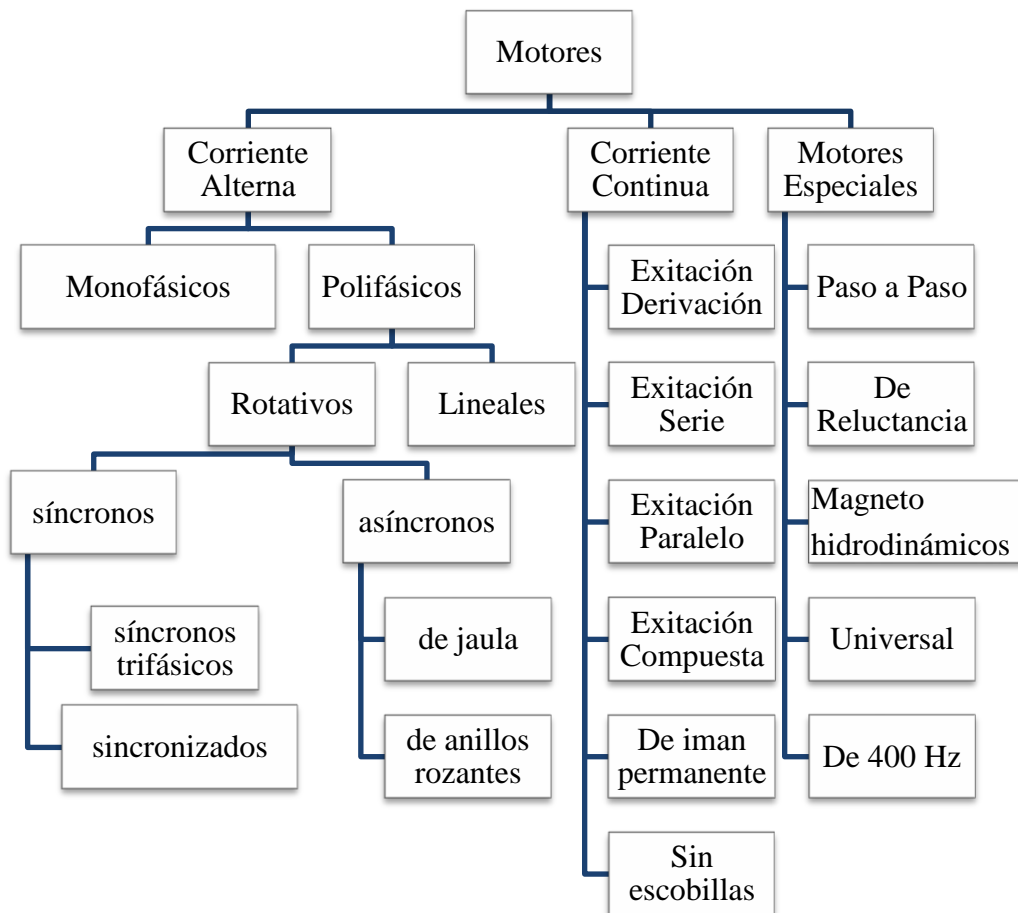


Figura 4.9: Clasificación de los motores eléctricos

Fuente: Electricidad y Automatismos

4.4.3. MOTOR PASO A PASO

El motor paso a paso es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de avanzar una serie de grados o paso, dependiendo de sus entradas de control, por estas características se utilizó para este proyecto.

Los parámetros considerados son la velocidad de respuesta, facilidad de operación, control y torque, el motor paso a paso es un dispositivo electromagnético que convierte una serie de pulsos eléctricos en desplazamiento angular, lo que significa que es capaz de avanzar una serie de grados (paso) dependiendo de sus entradas de control, existen motores híbridos de paso desde 1 N·m hasta los 22 N·m.

El motor tiene una alta precisión y repetitividad en cuanto al posicionamiento.

Tabla 4.3: Tipos de motores Paso a Paso

Tipo de motor	Descripción
Motores paso a paso Unipolares	<ul style="list-style-type: none"> • Las bobinas del estator están conectadas en serie formando cuatro grupos. • Estos tienen generalmente 4 cables de salida. • Necesitan para su funcionamiento un driver y conectados a un ordenador (PLC o micro controladores). • Requieren de cierta programación para controlar el cambio de dirección de flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento
El motor de paso de reluctancia variable (VR)	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando esta energizado, el par estático de este tipo de motor es cero. • Gira cuando los dientes del rotor son atraídos a los dientes del estator electromagnéticamente energizados. • La inercia del rotor es pequeña y la respuesta es muy rápida, pero la inercia permitida de la carga es pequeña. • El paso angular de este motor es de 15°
El motor híbrido de paso:	<ul style="list-style-type: none"> • Este motor es una combinación de los tipos de reluctancia variable e imán permanente. • Se caracteriza por tener varios dientes en el estator y en el rotor, el rotor con un imán concéntrico magnetizado axialmente alrededor de su eje. • Alta precisión y alto par. • Paso angular de 1.8°

Fuente: Electrotecnia

Para la construcción del mecanismo se utilizaron motores híbridos de paso de 8 y 12 N·m., este tipo de motores se caracterizan por tener varios dientes en el estator, alta precisión, control y alto par, se pueden configurar para suministrar un paso angular tan pequeño como 1.8°. (Carletti, 2012).

Tabla 4.4: Elección del actuador

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ACTUADORES							
MOTOR PASO A PASO HÍBRIDO DE 24 V.							
Marca	TCM		JZS		Soya		
Modelo	TCM-72		86HJB128-30		FL 86		
Certificación	CE, ISO, ROHS.		CE, ISO		ISO, CE, ROHS		
	Unidad		PTS		PTS		PTS
Costo	\$	720	8	600	9.5	870	7
Torque	Nm.	14	9	12	9	20	9.8
Corriente	A	4.5	9	5	9.5	6	9.8
Fase	Fase	3	9.5	2	9	2	9
Angulo de Paso	Grados	1.8	8	1.2	9.5	1.2	9.5
Longitud del motor	Mm	118	9.5	150	9	186	8
Juego radial (Carga 450 g)	Mm	0.04	8	0.02	9	0.02	9
Temperatura ambiente	°C	-20 a 50	9	-20 a 53	9.5	-20 a 50	9
Peso	Kg	3.8	8	4.5	8.5	5.3	7
Tiempo de trabajo continuo	H	8	9	8	9	10 h	9.5
TOTAL			82		91.5		87.6

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Dentro de los motores pasos a paso el más adecuado para utilizar dentro del proyecto son los motores híbridos por las características especificadas anteriormente, en la tabla 4.4 se detalla las razones por las cuales se eligió el motor JZS.

Los motores calificados son los que se encuentran con mayor facilidad en el mercado. Para Obtener un motor adecuado que nos proporcione las mayores ventajas de funcionamiento, se consideraron 10 aspectos por cada motor calificado, con un total de 100 puntos, considerando el de mayor puntaje para ser utilizado en el prototipo.

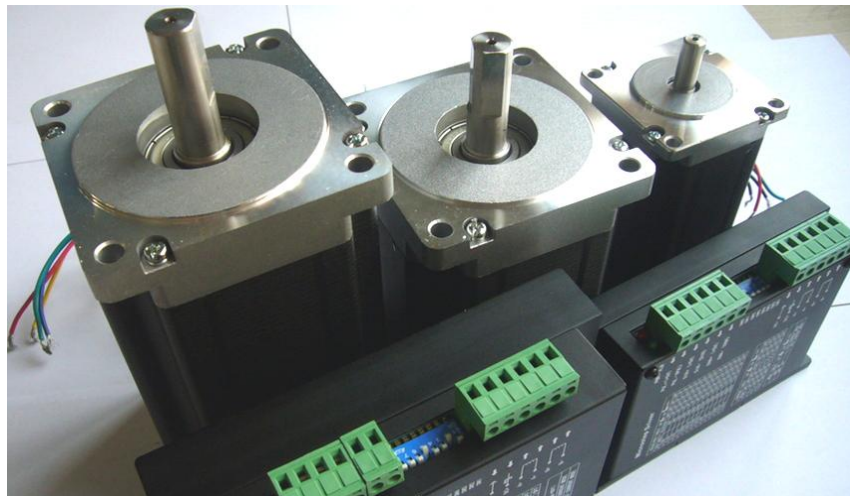


Figura 4.10: Motor pasó a paso

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Tabla 4.5: Especificaciones del Motor Paso a Paso 86HJB128-30

Lugar del origen	China (Continental)
Fase	Dos
Ángulo de Paso (Grados)	1.2° (200steps/rev)
Tamaño del marco	42*42mm
Uso	Industrial
Tipo	Híbrido
Actual / Fase	0.4-1.68 ^a
Resistencia de aislamiento	100m (ohmios) min., dc 500
La fuerza dieléctrica	dc 500 durante un minuto
Juego radial del eje	0.02 máx. (450 g - carga)
Eje axial de jugar	0.08 máx. (450 g - carga)
Max. La fuerza radial	28n (20mm a partir de la brida)
Max. La fuerza axial	10n
La celebración de par	1.7~6.5 kg. Cm unipolar y bipolar

Fuente: Spanish Alibaba

4.5. DRIVER

Son controladores paso a paso que tiene un amperaje de funcionamiento de 5.0 A, se utilizan en motores de pasos híbridos de dos fases cuya corriente nominal es por debajo de 5.0 A. En base a la actual tecnología de control de onda sinusoidal pura, el driver tiene un buen desempeño que funcione sin problemas con el bajo nivel de ruido, aptos para equipos de control numérico, como el marcado por láser máquina, CNC, etc.



Figura 4.11: Driver

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Características:

- Motor eléctrico de bajo ruido de funcionamiento
- Fuente de alimentación hasta 80 VDC
- Corriente de salida hasta 5.0 A. controlado por un potenciómetro.
- Aislamiento óptico de entrada.
- El pulso de la señal se conecta a 24v.

Los drivers XINJE utilizados están dimensionados de la siguiente manera:

Tabla 4.6: Especificaciones del Drivers

Marca	Xinje
Numero de modelo	DP508
Tipo	Fase
Certificación	CE, ISO
Corriente/ fase	5,0 A
Fuente de Alimentación	Hasta 80 VCC
La corriente de Salida	Hasta 5,0 A
Dinámico seleccionable	Subdivisión hasta 200
Dimensiones	138mmx85mmx38mm

Fuente: Wuxi Xinje Alibaba

El Drivers tiene ocho terminales; PUL+, PUL- regula los impulsos y señales, DIR+ DIR- proporcionan la dirección de rotación del motor, ENA+, ENA- activa y desactiva el actuador, ERRO COM permite eliminar fallas, el exceso de voltaje o bajo voltaje se transfiere por este terminal.

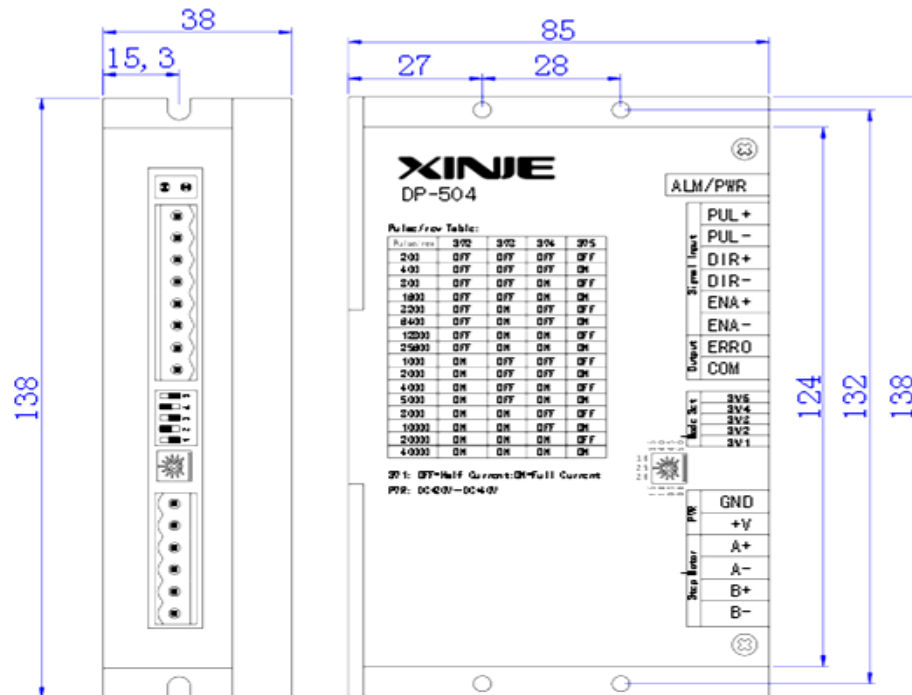


Figura 4.12: Dimensiones del drivers

Fuente: West Instruments de México

4.6. SISTEMA DE PROTECCIÓN

Para proteger los sistemas de control y activación electrónicos del prototipo es necesario implementar un sistema de protección por fusibles, evitando que corrientes que se salgan de los valores establecidos causen daños en el sistema eléctrico-electrónico o cortocircuitos en las conexiones, se utilizó fusibles cerámicos.

Los fusibles de cerámica, tienen una gran capacidad de romperse y son adecuados para los circuitos de alta corriente y tensión, soportando de manera segura hasta 300.000 amperes de corriente, resisten altas temperaturas y son más estables térmicamente, por tanto son los utilizados en el prototipo.



Figura 4.13: Porta fusibles y fusibles cerámicos
Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

4.7. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Conductores de corriente eléctrica, aislados entre sí y del resto del automóvil, que tienen la misión de unir componentes electrónicos con la batería, el alternador y motor de arranque.

Actualmente los cables están constituidos por una trenza de alambres de cobre electrolítico protegida por una envoltura aislante de materia plástica, existen también conductores de vidrio o de materias textiles.

4.7.1. CÓDIGO DE COLORES DEL CABLEADO AUTOMOTRIZ

Dentro de los diagramas eléctricos se utiliza un símbolo que representa el tamaño y el color del cable, como por ejemplo los códigos ORN por lo general vienen impresos con el significado del color como BLUE “Azul”, o BLCK “Black-negro”.

Otra manera es usando un código de dos letras, la primera letra es el color principal del cable, la segunda letra representa la raya, por ejemplo, un cable marcado con GR “Green-Red” puede ser verde con una tira roja.

Especificación general de los colores en un circuito eléctrico:

- **Rojo:** Conexiones directas al acumulador.
- **Marrón:** Conexiones alimentadas a través de fusibles de protección.

- **Verde:** Circuitos alimentados desde el interruptor de encendido.
- **Azul:** Cables de alta tensión del sistema de encendido.
- **Violeta:** Circuitos secundarios protegidos con fusible.
- **Amarillo:** Circuito de iluminación de carretera y tablero de instrumentos.
- **Gris:** Cables a los sensores de los instrumentos del tablero.
- **Negro:** Conexiones de tierra. (MOTORGIGA, 1998 - 2014)

Los diámetros de los cables y alambres se categorizan de acuerdo al sistema AWG “American Wire Gauge”, mientras más pequeño sea el número AWG será mayor el diámetro de un cable.

El diámetro de los alambres y cables está directamente relacionado con la corriente que éstos pueden soportar, mientras mayor diámetro tenga, podrán conducir más amperes.

Si se hace pasar por un cable una corriente mayor a la que éste puede soportar, el cable podría sufrir un sobrecalentamiento e incluso ocasionar un incendio, además de generar un desperdicio de energía.

Tabla 4.7: Amperaje de cables de cobre

Numero AWG	Diámetro (mm)	Sección (mm²)	Capacidad (A)
2/0	9,226	67,43	190
0	8,252	53,48	150
1	7,348	42,41	120
2	6,544	33,63	96
3	5,827	26,67	78
4	5,189	21,15	70
6	4,115	13,3	55
8	3,26	8,32	40
10	2,59	5,29	30
12	2,05	3,29	20
14	1,62	2,08	15
16	1,29	1,29	8
18	1,02	0,85	6

Fuente: Electrónica Unicrom

4.8. SENSOR DE POSICIONAMIENTO

El sensor de posicionamiento o final de carrera, funciona con una tensión nominal de 30 Vcc, con una carga resistiva de 6 A, y trabaja a temperaturas ambiente entre -25 hasta 80°C, envía señales eléctricas en forma de pulsos.

Tabla 4.8: Especificaciones del final de carrera

TIPO DE ACCIONADOR	PALANCA DE ROLDANA ARTICULADA	
Modelo	Terminal de rodillo	Z-15GW2-B
Vida útil	Mecánica	10000 operaciones min.
	Eléctrica	5000 operaciones min.
Frecuencia de operación	Mecánica	240 operaciones/min
	Eléctrica	20 operaciones/min

Fuente: Electro industrial

Se implementó un final de carrera en el recorrido del pedal y del encoder para evitar que los motores se desprogramen y sobre guardar los mecanismos instalados tanto en el embrague como en el freno respectivamente, estos sensores funcionan a base de pulsos eléctricos, que permiten activar o interrumpir el flujo de la corriente.

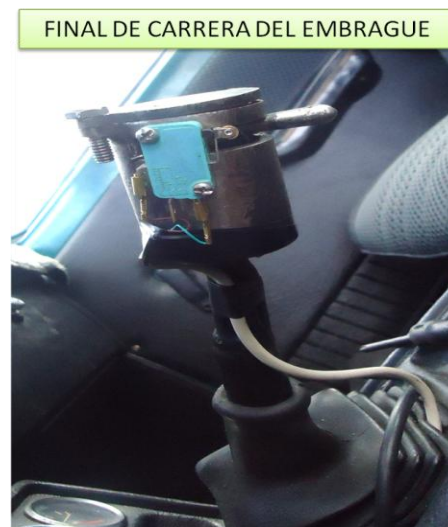


Figura 4.14: Final de Carrera

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

CAPÍTULO V

5. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

5.1. ANTECEDENTES

Una solución para un problema social se construye a base de investigaciones y planteamientos de varios modelos preliminares, el diseño del prototipo está fundamentado en la necesidad de un medio de transporte propio, ágil, seguro, eficaz y ergonómico que permite a la persona con discapacidad motriz inferior moverse por medio del uso de un vehículo.

5.2. CÁLCULO DEL TORQUE

Utilizando un dinamómetro que establece medidas de fuerza y masa se obtuvo el torque utilizado por cada actuador para accionar los sistemas del freno, acelerador y embrague del vehículo. En la tabla 5.1 se hace referencia al torque de cada motor:

Tabla 5.1: Cálculo de torque

TITULO	DATOS		RESULTADOS	
Sistema	Peso (kg)	Distancia (m)	Fuerza Ecuación 2.2 (N)	Torque Ecuación 2.1 (Nm.)
Freno	39	0.09	382.59	34.43
Embrague	15	0.14	147.15	20.60
Acelerador	6	0.10	58.86	5.88

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Los torques obtenidos permiten accionar el pedal del freno-embrague respectivamente y de la mariposa de aceleración, los actuadores que presentan estas características tienen altos costos de adquisición, por tal razón se utilizó poleas de acuerdo al espacio disponible para su ubicación, reduciendo en una tercera parte el esfuerzo de activación de los sistemas.

5.3. CÁLCULO DE ENGRANAJES Y CREMALLERA

La manera más sencilla de transferir un movimiento rotatorio de un elemento a otro es mediante un par de engranes que se colocan en acoplamiento para formar un engranaje, se hace referencia al menor de ellos como piñón y como engrane al de mayor tamaño, utilizaremos engranajes para el acelerador y un piñón cremallera para el freno. Para el diseño de los engranajes se considero un diámetro primitivo de 16 mm para el piñón y 48 mm para el engrane del acelerador con un modulo de 0.5 mm respectivamente.

Tabla 5.2: Cálculo de engranajes

TITULO	Número Ecuación	Piñón acelerado r	Engrane acelerado r	Piñón freno	Unidad
Número de dientes	Ecuación 2.3	32	96	32	dientes
Diámetro Base	Ecuación 2.4	15.035	45.10	15.03	mm
Diámetro de pie	Ecuación 2.5	14.84	46.84	14.84	mm
Diámetro Exterior	Ecuación 2.6	17	49	17	mm
Altura del diente	Ecuación 2.7	1.08	1.08	1.08	mm
Altura Cordal	Ecuación 2.8	0.508	0.524	0.508	mm
Espesor cordal	Ecuación 2.9	0.013	0.013	0.013	Mm

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

La distancia entre centros del engranaje y piñón es de 32 mm, resultado obtenido aplicando la ecuación 2.10, para construir la cremallera el piñón del freno tiene 32 dientes, un modulo de 0.5 mm y un recorrido de una vuelta.

Tabla 5.3: Calculo de la cremallera

Título	Número de ecuación	Resultados	Unidades
Paso de cremallera	Ecuación 2.11	1.57	mm
Número de pasos	Ecuación 2.12	32	pasos
Desplazamiento	Ecuación 2.13	50.24	mm

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Para el grupo de engranajes se empleo un piñón de 32 dientes y un engrane de 96 dientes para el acelerador, para el freno un piñón de 32 dientes y una cremallera de 51 mm de longitud.



Figura 5.1: Construcción de piñón cremallera

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

El tamaño de las poleas se construyó a base del espacio disponible en el vehículo, al realizar una sumatoria de fuerzas mediante la ecuación 2.17 se puede ver que es factible usar polipastos de aparejo factorial, que permite utilizar un motor de 11.47 Nm. para el freno y para el embrague de 6.86 Nm. en el acelerador no se usa poleas.



Figura 5.2: Construcción de poleas

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

5.4. DISEÑO DE MANDOS ELECTRÓNICOS

5.4.1. MODELO DE DISEÑO DE CONTROL N° 1

A base de conocimientos e investigaciones sobre los mandos utilizados en la adaptación de un vehículo para discapacitados, en este diseño se utilizó transistores, pulsadores conjuntamente con potenciómetros para el control de los motores eléctricos que accionaban los pedales del embrague, freno y acelerador respectivamente (a), con un mecanismo de varillas. (b)

Ventajas:

- Uso de materiales eléctricos de bajo costo.
- Facilidad de ensamblaje en el automotor.
- Ocupa un espacio reducido en el tablero del auto.

Desventajas:

- Los pulsadores no permiten controlar el sentido de giro y velocidad de operación de los motores ya que cuentan con un sistema ON/OFF.
- El sistema de mecánico de varillaje utiliza excesivo espacio.



Figura 5.3: Investigaciones y Diseños en el volante

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Al principio era una solución rápida pero carecía de precisión al momento de accionar dichos pulsadores por la velocidad de los motores, regulación de voltajes y sentido de giro coordinado con el funcionamiento normal del vehículo.

5.4.2. MODELO DE DISEÑO DE CONTROL N° 2

El desarrollo de este modelo inicio con la evolución del primer diseño antes citado, corrigiendo e implementando tecnología electrónica y mecánica para mejor precisión y control de los mandos.

En esta etapa se usó motores Paso a Paso (a), drivers de control para los motores (b), un PLC de entradas y salidas rápidas, Encoders accionados por pulsos.

Ante una solución surge un nuevo problema, lograr conducir la señal desde el volante hacia la unidad de control electrónico, como primera solución se seleccionó el uso de cable de teléfono en forma de espiral (c), logrando conducir la señal desde una parte fija a una móvil sin problema.



Figura 5.4: Dispositivos del sistema de control electrónico

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Ventajas:

- Mejor accionamiento de los sistemas de freno, acelerador y embrague con los motores Paso a Paso controlados por drivers, PLC y Encoders.

- Fácil programación del PLC para controlar el funcionamiento de los actuadores.
- El cable de teléfono en forma de espiral, es muy práctico, económico, fácil de conseguir en cualquier tienda electrónica

Desventaja:

- Al utilizar un cable de teléfono para conducir la señal desde el volante (móvil) hacia la unidad de control electrónico (fijo), este al cabo de una vuelta se enredaba en la columna de la dirección y se arrancaba

Ante estos inconvenientes se profundizó el estudio buscando implementar controles a base de bluetooth, infrarrojo; adquirir estos equipos aumentaría el costo del proyecto, además de no contar con un respaldo de la empresa pública o privada y el poco capital con que contamos como estudiantes esta idea fue descartada.

5.4.3. MODELO DE DISEÑO DE CONTROL N° 3

Aportando con una solución a un problema social de relevancia; creamos un diseño basado en anillos en forma del sistema solar, el que contaba con anillos fijos acoplados a la columna de la dirección y móviles en el volante, logrando conducir la señal desde una parte fija a una móvil sin problema, este diseño permitía la libre rotación del timón del auto y obteniendo un control desde el volante más segura y fiable para la conducción.

Ventajas:

- Cuenta con un alto grado de seguridad y fiabilidad para el conductor.
- Espacio minimizado para su implementación y funcionamiento.
- Mejor conducción de señal desde el volante (móvil) hacia la unidad de control electrónico (fijo).

Desventaja:

- Obstrucción de visibilidad del tablero de instrumentos.
- Fundición del cobre difícil de llevarlo a cabo sobre latón.

Luego de un análisis de los modelos diseñados se formuló una mejor forma de funcionamiento, que brinda mayor seguridad, ergonomía, menor impacto visual del sistema desde el exterior del vehículo, mejorando la estética, dinamismo y eficacia, proyecto que va a ser detallado en este escrito.



Figura 5.5: Diseño del control en el volante

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

5.5. DISEÑO DEL CONTROL DE CARGA

En la construcción del prototipo se implementó un sistema de carga de mayor voltaje y flujo de corriente, tomando en cuenta que el vehículo posee un sistema de 12V; este cambio se debe a los motores Paso a Paso que operan con 24V y 5Amp cada uno, en el proyecto se utiliza tres actuadores para controlar los mandos de aceleración, embrague y freno respectivamente.

Sin dejar de lado el funcionamiento normal del sistema de encendido, luces y accesorios del vehículo, se optó por implementar un convertidor de 12V a 24V (figura 5.6) que permitía elevar la tensión de la batería del auto.



Figura 5.6: Conversor de tensión 12v a 24V
Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Las desventajas del conversor son sus limitaciones de funcionamiento, calentamiento excesivo del equipo en condiciones de carga y trabajo.

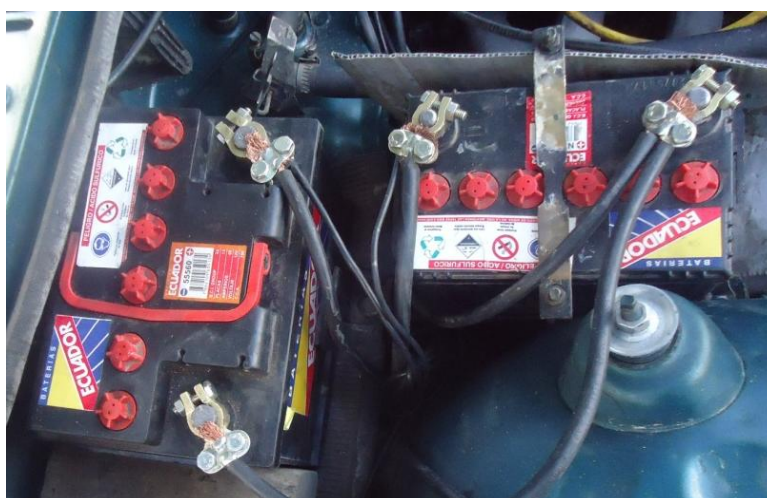


Figura 5.7: Control de carga
Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Debido a los requerimientos del diseño se procedió a realizar la modificación del sistema de carga original del vehículo, implementando una segunda batería de 12v (figura 5.13) conectada en serie para obtener en sus bornes extremos 24v DC, siendo necesario reemplazar el alternador original por uno de mayor capacidad. Se utilizó el programa Proteus Isis para simular el circuito del sistema de carga.

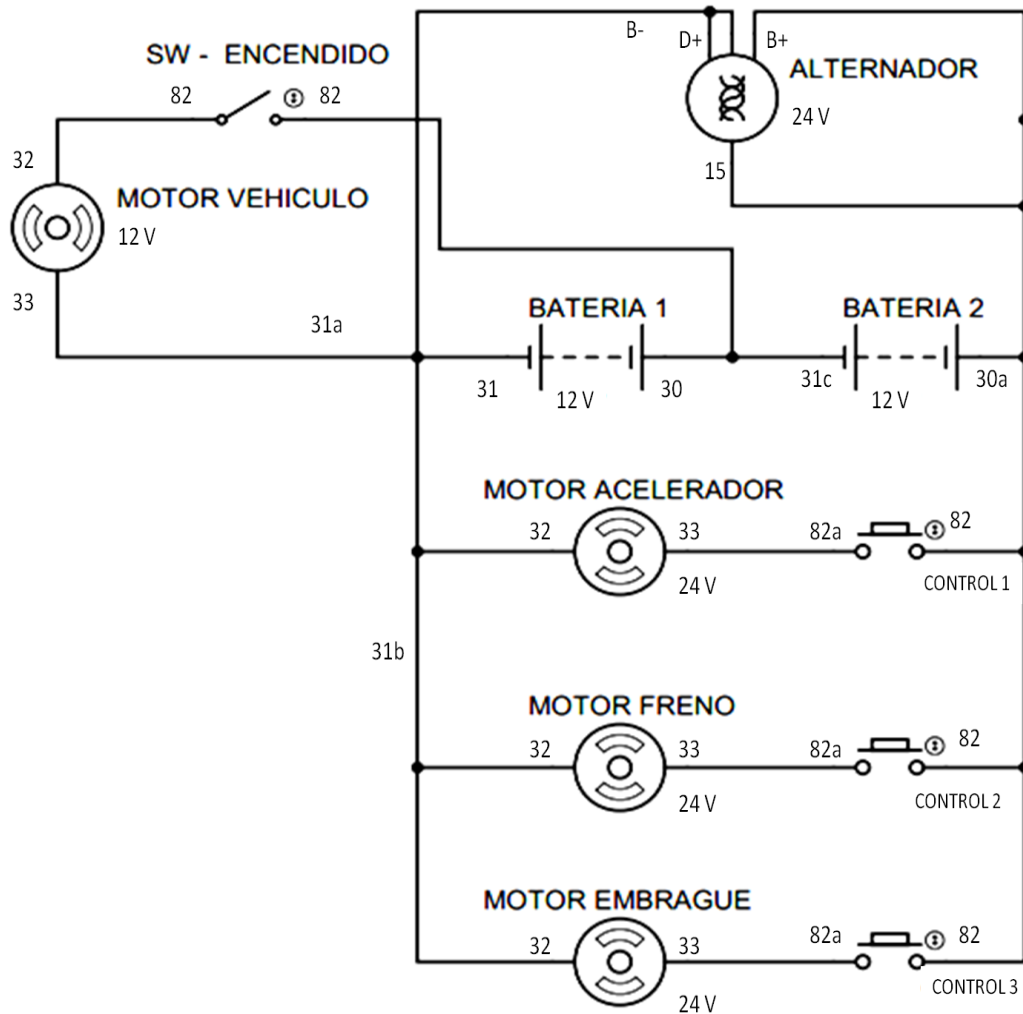


Figura 5.8: Circuito de Control de carga en Proteus

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

5.6. MANEJO DEL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

La programación del PLC se realizó en el software XCPPro, utilizando un lenguaje LADDER., el programa es un lenguaje de escalera como se muestra en la figura 5.13. Las diferentes funciones que posee dicho PLC son idénticas y estructuradas de igual manera que cualquier otra marca de PLC.

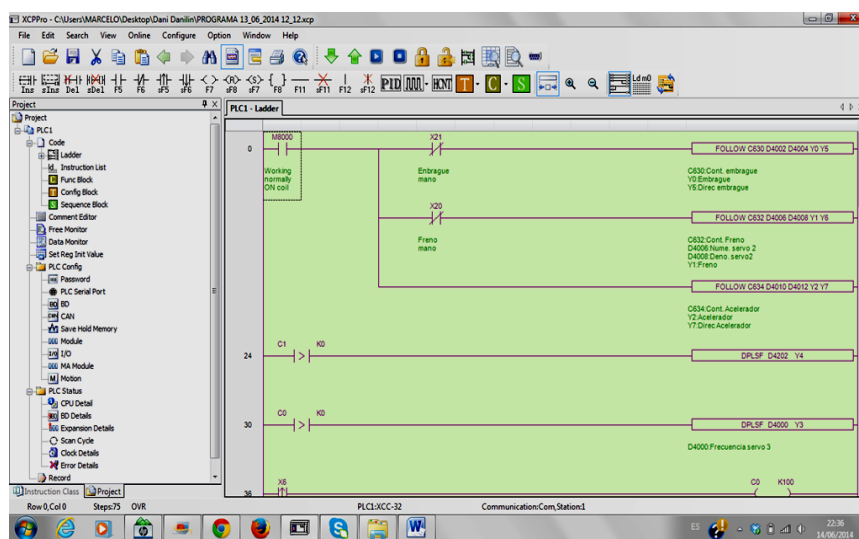


Figura 5.9: Programa XCPPro

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

En esta sección explicaremos las diferentes operaciones y características que dispone el programa, al abrir XCPPro, necesitamos configurar el software de acuerdo al PLC que estamos empleando, en nuestro caso XCC 32T-C, para ello en la ventana, en la barra File debemos elegir New Proyect, aparecerá la ventana de la figura 5.14. En la ventana se despliega todos los modelos de los PLCs de la marca XINJE.

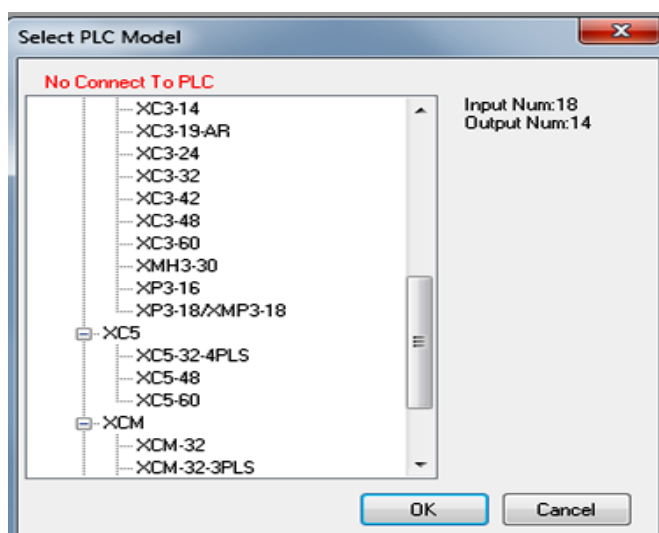


Figura 5.10: Elección del programa

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Al seleccionar el PLC de 5 salidas rápidas y 5 cinco entradas rápidas, procedemos a configurar, una vez finalizado se procede a verificar el funcionamiento, para ello se conecta adecuadamente el cable entre el ordenador con el PLC, se selecciona el puerto serial y se descarga el programa al controlador, la programación por motivos de derechos de autor, no podrán ser escritos o planteados en el presente proyecto.

CAPÍTULO VI

6. ADAPTACIÓN INSTALACIÓN Y PRUEBAS

6.1. MONTAJE FÍSICO DEL SISTEMA

En el ensamblado del proyecto se considero aspectos de diseño y construcción, que han sido planteados en capítulos anteriores, a mas de tener en cuenta las normas de seguridad al momento de manipular o trabajar con elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos, se determino dos tipos de montajes, el mecánico y el eléctrico, el trabajo se realizo en un vehículo Marca Chevrolet, Modelo CHEVETTE del año 1982.



Figura 6.1: Vehículo CHEVETTE

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

6.1.1. MONTAJE MECÁNICO

El objetivo es instalar las partes construidas que servirán de ayuda para manipular y activar el mecanismo de mandos electrónicos, dentro de los trabajos realizados se cita la adecuación de las poleas en la parte frontal de vehículo, las que permitirán reducir notablemente el torque y con ello facilitara a los actuadores realizar su trabajo.



Figura 6.2: Montaje de las poleas en el automóvil
Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

El funcionamiento del prototipo se basa en la activación de los pedales mediante elementos electrónicos, los pedales de freno y embrague se encuentran conectados por medio de cables de hierro a los actuadores para su trabajo, como se aprecia en la figura 6.3. El acelerador por otra parte se conecta desde el carburador hacia el actuador, sin necesidad de adaptar mecanismos que ayuden a su funcionamiento electrónico, cosa distinta sucede con el freno y embrague que necesitan de un conjunto de poleas conocidos como polipastos para funcionar.

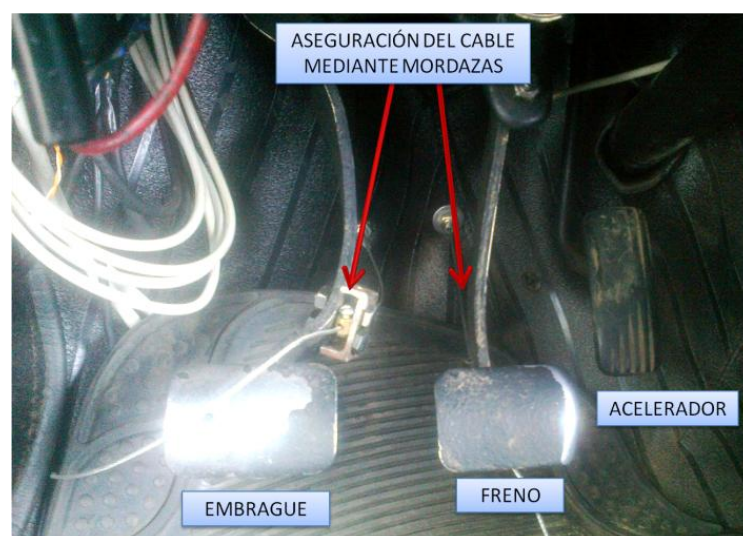


Figura 6.3: Montaje de cables en pedales
Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Sobre la columna de la dirección se colocan los engranajes para el control del acelerador y piñón-cremallera utilizado para accionar el freno mediante la manipulación de los encoders, a través del anillo móvil.



Figura 6.4: Columna de la dirección

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Los encoders freno-acelerador se encuentran ubicados debajo del volante, sujetos en el propio mecanismo de accionamiento mecánico, donde se encuentran los engranajes.

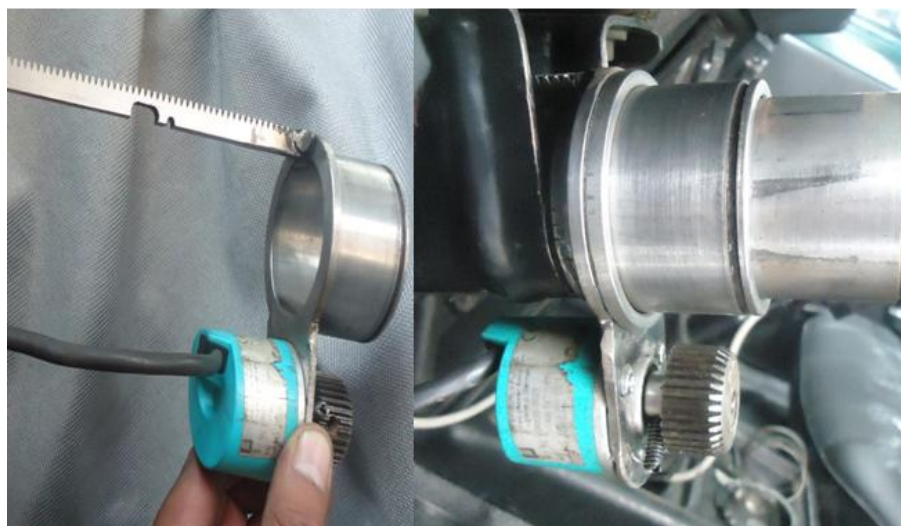


Figura 6.5: Encoder ubicado en la columna de la dirección

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

El anillo móvil que acciona el freno-acelerador se encuentra sujeto sobre el engrane del acelerador, que se acopla a la base de la columna de la dirección.



Figura 6.6: Ubicación del accionamiento freno-acelerador

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Entre la base del anillo móvil y la arandela de seguridad se encuentra un resorte que permite el movimiento longitudinal de accionamiento del freno.



Figura 6.7: Ubicación del anillo móvil

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Los mandos de control electrónico del acelerador-freno se encuentran sobre la columna de la dirección, el accionamiento se lo realiza mediante un anillo móvil colocado en la parte posterior del volante, que permitirá la aceleración (giro horario) y el accionamiento del freno (movimiento longitudinal hacia el volante).

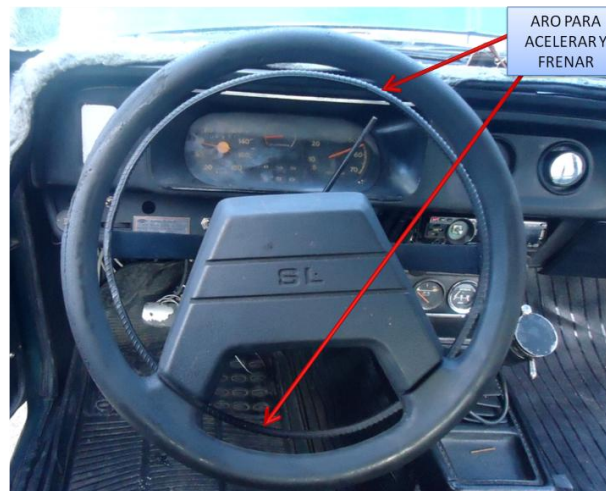


Figura 6.8: Mandos en el volante

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

En la figura 6.9 se hace referencia a la ubicación de los Encoders del freno y acelerador ubicados sobre la columna de la dirección.



Figura 6.9: Ubicación de los Encoders del freno y acelerador

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

El control del embrague está situado en la palanca de cambios en el cual se aloja el encoder y el sensor de posición que ayuda a la sincronización del actuador.



Figura 6.10: Ubicación de los Encoders del freno y acelerador

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

6.1.2. MONTAJE ELÉCTRICO

El equipo electrónico se encuentra ubicado en la parte posterior del vehículo, alojado dentro de un gabinete para evitar que ingrese suciedad, agua o impurezas a los componentes electrónicos y se produzcan anomalías en el funcionamiento del sistema y por ende algún tipo de accidente.



Figura 6.11: Ubicación del control Electrónico

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Los componentes electrónicos se encuentran instalados de forma equitativa de tal forma que no se produzcan cortocircuitos, la conexión de los Encoders, drivers y actuadores al PLC facilitan realizar reparaciones y mantenimientos del sistema.

Los conductores eléctricos utilizados son: para el control de carga alambre AWG número 4 con capacidad de 70 A, alimentación eléctrica de actuadores, drivers, PLC cable AWG 12 con capacidad de 20 A, para los sensores de posicionamiento cable AWG 18 con capacidad 6 A.

Para evitar que las sobrecargas de corriente dañen al control electrónico se utilizan tres resistencias de cerámica de 20 A.

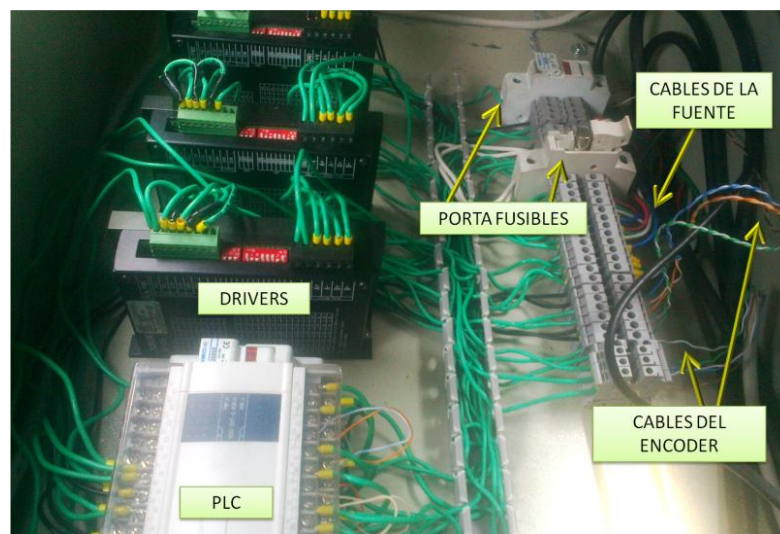


Figura 6.12: Control Electrónico

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Los actuadores están localizados en la parte frontal del vehículo detrás de los faros de las luces de altas y bajas, se encuentran sujetos por medio de una placa a la carrocería, evitando que el agua, el calor o impurezas dañen su estructura y por ende perjudique su correcto funcionamiento.

6.2. FUNCIONAMIENTO DE LOS MANDOS

Los mandos electrónicos, inician con el encendido del automóvil que acciona el alternador de 24 V proporcionando flujo de corriente al control de carga, abasteciendo al conjunto electrónico que comanda el funcionamiento de los actuadores mediante la manipulación de los Encoders, a través de los elementos instalados sobre la columna de la dirección (aro) para el freno y acelerador respectivamente.

El dispositivo que acciona el embrague está ubicado en la palanca de cambios, estos envían una señal al PLC que es el encargado de sincronizar mediante la programación el accionamiento de los mandos originales.

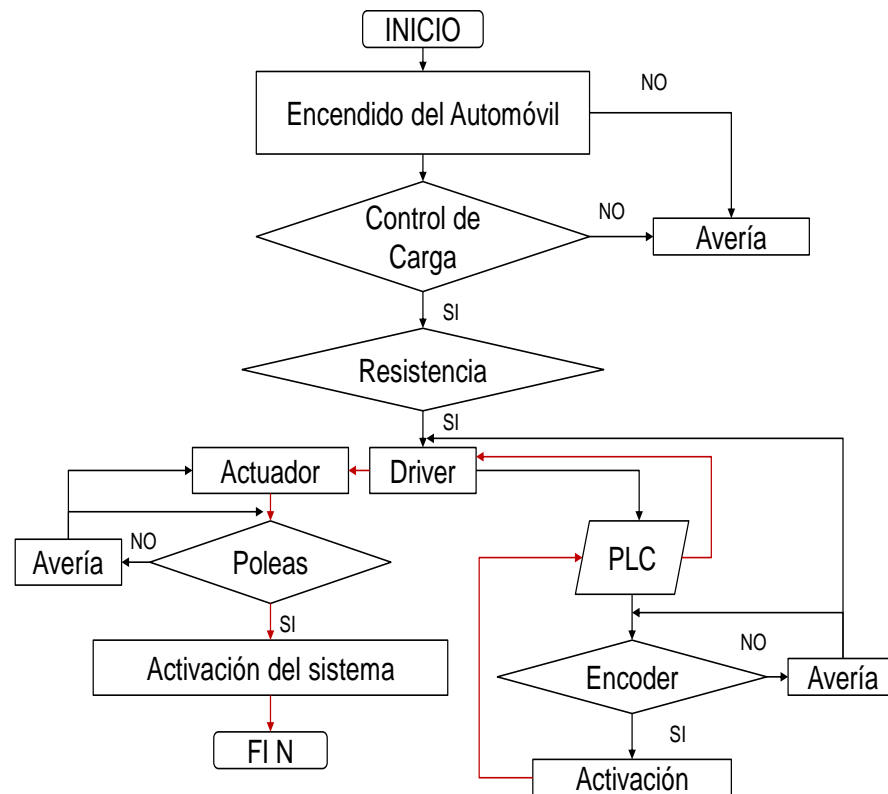


Figura 6.13: Diagrama de flujo del funcionamiento del mecanismo
Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

6.3. PRUEBAS DE FRENADO

Se realizó pruebas de los frenos en distintos tipos de carretera para optimizar el tiempo de frenado (t_p) del prototipo, los resultados obtenidos fueron óptimos y satisfactorios para la conducción de personas con discapacidad en sus extremidades inferiores.

Tabla 6.1: Tiempo de frenado (tp) a 50 km/h

Titulo		Tiempo de frenado Ecuación 2.18					
Tipo de suelo	Estado	M	Parte Teórica	μ	Sin mandos (s)	μ	Con los mandos (s)
Hormigón	Seco	1	2,37	0,8	2,72	0,6	2,52
Asfalto	Seco	0,6	3,29	0,5	3,75	0,4	4,44
	Barro	0,3	5,59	0,15	9,18	0,1	14,77
	Mojado	0,65	3,11	0,4	4,44	0,2	7,88

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

El prototipo de marca Chevrolet Chevette circuló a una velocidad de 50 Km/h, con una eficiencia de frenado del 90%, con una distancia de parada calculada de 0.79 m y detenerse completamente, estos valores convalidan que el diseño y construcción del prototipo tiene fiabilidad y seguridad para la conducción por personas discapacitadas en sus extremidades inferiores.

La distancia de parada es igual para un vehículo pesado que para un turismo porque no depende del peso para detenerse, siempre que la velocidad y eficacia de los frenos sean las mismas.

6.4. PRUEBAS DEL ACELERADOR

Para convalidar la eficiencia de funcionamiento del acelerador se compara valores antes y después de instalar el mando electrónico en el volante, sin el mecanismo el tiempo que demora el vehículo en acelerar de 0 a 20 km/h (5,5 m/s) es de 16.6 segundos aproximadamente, por tal razón se hace referencia este valor para conocer las condiciones de aceleración en primera velocidad.

Tabla 6.2: Condiciones de aceleración sin el sistema de mandos electrónicos

Condiciones de aceleración	Velocidad inicial (Vi)	Velocidad final (Vf)	Tiempo de reacción	Aceleración
Progresiva	0	5,5m/s	16,6s	0,33m/s ²
Brusca	0	5,5m/s	10s	0,55 m/s ²
Fondo	0	5,5m/s	4s	1,37 m/s ²

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Implementado el sistema de control electrónico de los mandos de accionamiento en el volante, se considero un distancia de 100 m recorrida por el vehículo en un tiempo de 17,6 segundos aproximadamente, la velocidad inicial es cero, por tanto la distancia recorrida es igual a la aceleración por el tiempo al cuadrado sobre dos, resultado de esta operación la aceleración es de $0,323 \text{ m/s}^2$, las pruebas realizadas con respecto al tiempo de reacción del sistema de aceleración dan como resultado un 97,6% de eficiencia.

Tabla 6.3: Condiciones de aceleración con el sistema de mandos electrónicos

Condiciones de aceleración	Velocidad inicial (V_i)	Velocidad final (V_f)	Tiempo de reacción	Aceleración
Progresiva	0	5,5m/s	17s	$0,323\text{m/s}^2$
Brusca	0	5,5m/s	11s	$0,5 \text{ m/s}^2$
Fondo	0	5,5m/s	5s	$1,1 \text{ m/s}^2$

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Por medio de estas pruebas el sistema es seguro y eficaz al momento de realizar la aceleración en los distintos tipos de carreteras del país.

6.5. PRUEBAS EN EL EMBRAGUE

El embrague se puede considerar como un transmisor de par motor a un régimen de giro, al instalar el control electrónico se inspeccionó en forma visual el correcto funcionamiento de su trabajo que sea progresivo y elástico, para que el movimiento no se transmita bruscamente o a tirones y que absorba las variaciones de par del motor.

Tabla 6.4: Tiempo de accionamiento del embrague sin el sistema de mando electrónico.

Cambio de Marchas	RPM para realizar el cambio de Marcha	RPM después del cambio de marcha	Tiempo de accionamiento de embrague
1 ^{ra} a 2 ^{da}	3000 rpm	2500rpm	3 segundos
2 ^{ra} a 3 ^{da}	3000 rpm	2500rpm	3 segundos
3 ^{ra} a 4 ^{da}	3000 rpm	2500rpm	3 segundos

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Implementado el sistema de control electrónico del mando de accionamiento sobre la palanca de cambios, las pruebas realizadas con respecto al tiempo de reacción del sistema dan como resultado un 93,75% de eficiencia.

Los resultados son muy favorables, no presenta cambios abruptos en el tiempo de accionamiento del sistema de embrague y por tal razón el sistema es seguro para el cambio respectivo de marchas.

Tabla 6.5: Tiempo de accionamiento del embrague con el sistema de mando electrónico.

Cambio de Marchas	RPM para realizar el cambio de Marcha	RPM después del cambio de marcha	Tiempo de accionamiento de embrague
1^{ra} a 2^{da}	3000 rpm	2000rpm	3,2 segundos
2^{ra} a 3^{da}	3000 rpm	1800rpm	3,2 segundos
3^{ra} a 4^{da}	3000 rpm	1900rpm	3,2 segundos

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

6.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Al relacionar datos técnicos con el desempeño del vehículo luego de ser implementados los sistemas de control electrónico, se analizo los resultados en la conducción, manipulación, ergonomía, estética y seguridad, cada mando electrónico instalado es respaldado por su correcto funcionamiento. Cuando el prototipo se moviliza sobre asfalto seco a una velocidad de 50 Km/h necesita recorrer una distancia de 0.79 m para detenerse por completo.



Figura 6.15: Activación del Freno

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

El diseño del control del sistema de embrague presenta características confiables de operación en condiciones de puesta en marcha del auto desde una velocidad cero en superficies planas y pendientes sin contratiempos, el sincronismo de cambio de velocidades en ruta, fácil maniobrabilidad del sistema para estacionar el vehículo, mayor control del auto en condiciones de circulación en reversa en calles univocas, sincronismo de aceleración y cambio de marchas en curvas sin reveses, haciendo de este sistema muy eficiente a la hora de conducir, como si lo hiciera en un vehículo normal y utilizando las extremidades inferiores sin ningún problema.



Figura 6.16: Activación del Embrague

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

Las pruebas realizadas en el sistema de aceleración dieron resultados óptimos de funcionamiento entre el actuador y el encoder, esta sincronización no afectó la eficiencia y desempeño del motor, al no generar pérdidas de potencia o cascabeleo durante la aceleración, puesta en marcha, aumento y disminución de RPM de forma normal para el cambio de velocidades sin contratiempos.

Estas deducciones hacen del mando de accionamiento electrónico un sistema confiable de aceleración al momento de operar, concluidas las pruebas y verificando cada uno de los resultados el diseño y construcción del prototipo es seguro para su manipulación y conducción por personas con discapacidad en sus extremidades inferiores.



Figura 6.17: Activación del Acelerador

Fuente: Baquero, Chimborazo, Quiroz J, Quiroz L.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Los encoders convierten un movimiento circular que se puede incrementar de 1.2 grados hasta 1.8 grados que envía una señal eléctrica (pulsos) al PLC controlando el radio de giro, velocidad, y sentido de rotación de los motores paso – paso JZS que convierte los pulsos eléctricos en desplazamiento angular para el accionamiento de los sistemas de freno, embrague y acelerador, con una frecuencia de 100 KHZ.
- Los actuadores de freno y embrague tienen un torque de 12Nm. y para la aceleración tiene un torque de 8 Nm. Alimentados eléctricamente con 24 VDC y una corriente de 5 A, mediante los Drivers dotando de una autonomía de trabajo de 8 horas continuas.
- El sistema de protección del control eléctrico – electrónico está compuesto por fusibles cerámicos de 20 amperes de corriente capaces de disipar altas temperaturas debido a sobrecargas y cortocircuitos.
- De las pruebas realizadas en el prototipo en el vehículo Chevrolet Chevette el mando de control electrónico y mecánico brinda resultados satisfactorios de diseño con una eficiencia de frenado del 90%, el accionamiento del embrague con un 93,75% de eficiencia en condiciones de puesta en marcha y cambio de velocidades y con un 97,6% el sistema de aceleración con respecto al tiempo de respuesta del automotor en condiciones normales de operación.
- Se construyó el mecanismo del accionamiento de los mandos de control en el volante (acelerador-freno), palanca de cambios (embrague), piñones, engranes, poleas y placas de sujeción de los actuadores utilizando Solidworks, como herramientas CAD de diseño.
- El prototipo desarrollado puede ser utilizado con los mecanismos implementados para que conduzcan personas con discapacidad en las extremidades inferiores o también para ser usado el vehículo de forma común por cualquier conductor.

- El prototipo cumple con las expectativas planteadas en el presente documento que son fácil control del acelerador-freno por medio de un anillo móvil y rapidez del desembragado por medio del control electrónico ubicado sobre la palanca de cambios.
- El tiempo de recuperación en un cambio de marcha instalado el mando electrónico es de aproximadamente 3 segundos, varía de acuerdo a las condiciones en que se encuentre circulando el vehículo, sobre asfalto seco, asfalto mojado, barro, en pendiente o sobre una superficie plana.
- En el país alrededor de 175463 ciudadanos tiene discapacidad motriz inferior, por tal razón el diseño y construcción del prototipo con mandos electrónicos al volante es una alternativa de movilización para las personas pertenecientes a este grupo que estén interesadas en conducir su propio auto.
- Se logro proponer un prototipo de marca Chevrolet Chevette mediante accionamientos y mandos electrónicos para el sistema de aceleración, frenado y embrague a la Asociación de Personas con Discapacidad Energía de Cotopaxi y sus agremiados.

7.2. RECOMENDACIONES

- Es necesario una charla de inducción y capacitación sobre la técnica de conducción del prototipo de marca Chevrolet Chevette para comprender la manipulación de los mandos electrónicos instalados.
- Se puede optimizar los sistemas de mando y accionamiento en diseño y construcción del prototipo de marca Chevrolet Chevette en un vehículo con sistemas de accionamiento electrónicos como acelerador APP y frenos ABS dotando de un mejor control del automóvil.
- Los mandos de control para acelerador, freno y embrague se podría efectuar por un accionamiento mediante pantallas en forma táctil o comando de voz siendo este método de control más eficiente.
- El mantenimiento del prototipo de marca Chevrolet Chevette requiere inspecciones diarias y la programación del mantenimiento periódico por kilometro de recorrido, en los sistemas electrónicos y mecánicos instalados.

BIBLIOGRAFÍA

- Dante Jorge Dorantes González. (2004). *Automatización y control*. (N. I. López, Ed.) Mexico D.F, México: McGraw-Hill Interamericana.
- Eduardo Agueda Casado, J. L. (2002). *Fundamentos Tecnológicos del Automovil*. Thomson Paraninfo.
- Eduardo Casado, J. N. (s.f.). *Fundamentos Tecnológicos del Automovil*. THOMSON PARANINFO.
- Gil, J. M. (2004). *Instalaciones Automatizadas*. México: Paraninfo.
- GmbH, R. B. (2003). *Sistema de Freno Convencionales y Electrónicos*. Alemania: Bosch.
- GmbH, R. B. (2003). *Sistemas de Freno Convencionales y Electrónicos*.
- Lillo, F. C. (2006). *Diseño del embrague de un vehículo*. Madrid: Boada.
- Nisbett, R. G. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* (novena ed., Vol. 9). (P. E. Vázquez, Ed., & J. E. Murrieta, Trad.) México D.F.: MC Gram Hill.
- NORTON, R. L. (s.f.). *Diseño de Máquinas*. PEARSON.

NET GRAFÍA

- ANT. (2014). *Licencia de conducir tipo F*. Obtenido de Agencia Nacional de Tránsito:<http://www.ant.gob.ec/index.php/licencias/157-licencia-de-conducir-tipo-f-por-primera-vez#.U7oBgqjkfMg>
- Autonics.(2013) *Encoders Rotativos, incrementales, drivers xzs*. Obtenido de <http://www.dominion.com.mx/web/catalogosMarcas/DominionSchool/RotaryEncoderVentas.pdf>
- Brushless DC Motor Driver. (28 de marzo de 2008). *microrad.com.tw*. Obtenido de Tutorial sobre Motores Paso a Paso (Stepper motors): <http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>
- CIF. (2001). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de Discapacidad <http://usuarios.discapnet.es/disweb2000/art/ClasificacionesOMSDiscapacidad.pdf>
- CONADIS. (2014). *Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades*. Obtenido de <http://www.consejodiscapacidades.gob.ec/valores-mision-vision/>
- Crespo, T. (2013 de Abril de 2013). *Adaptaciones de Vehículos para discapacitados*. Obtenido de <http://autoadaptaciones.blogspot.com/>
- LINEA DE ACTUADORES SACHS. (s.f.). *Información Técnica*. Obtenido de Sistemas de accionamientos hidráulicos: www.zfsachs.com.br
- Meganeboy, D. (2014). *Aficionados a la mecánica*. Obtenido de Sensores del Automóvil: <http://www.aficionadosalamecanica.net/sensores3.htm>
- PEPPERL+FUCHS. (2014). Obtenido de OVERVIEW: http://www.pepperl-fuchs.es/spain/es/classid_197.htm?view=productgroupoverview
- WIKIPEDIA. (12 de mayo de 2014). *motores eléctricos*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Motor_el%C3%A9ctrico
- XINJE. (1999 - 2014). *Wuxi XINJE Electric Co., Ltd*. Obtenido de http://wuxixinje.en.alibaba.com/product/763316677-218175716/stepper_motor_driver_Xinje_DP508.html

ANEXOS