



## ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la  
obtención del título de Ingeniero en Automotriz.**

**AUTORES:**

Clavón Tasinchano Cristian Geovanny

López Vivar Dillan Andrés

Navarrete Méndez Santiago Rodrigo

**TUTOR:**

Ing. Denny Javier Guanuche Larco

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ACELERADOR  
DE TIPO ELECTRÓNICO ADAPTADO AL PIE  
IZQUIERDO PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD  
FÍSICA”**

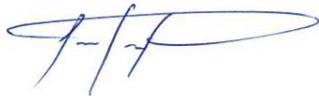
**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**INGENIERIA AUTOMOTRÍZ**

**CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Nosotros, Santiago Rodrigo Navarrete Méndez, Dillan Andrés López Vivar y Cristian Geovanny Clavón Tasinchano declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



Cristian Geovanny Clavón Tasinchano



Santiago Rodrigo Navarrete Méndez



Dillan Andrés López Vivar

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**INGENIERIA AUTOMOTRÍZ**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, GUANUCHE LARCO DENNY JAVIER, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Denny Javier Guanuche Larco', enclosed in a light blue rectangular box.

Ing. Denny Javier Guanuche Larco

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme una segunda oportunidad de vida y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mí camino a aquellas personas que han sido mi bastón y fortaleza durante todo el periodo de estudio y de mi vida.

A mis familiares, profesores, amigos por ser el pilar fundamental de este desarrollo profesional, en toda mi trayectoria, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo que se ha mantenido a través del tiempo. Y para el venidero.

Decir que este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

**Santiago Rodrigo Navarrete Méndez**

## **AGRADECIMIENTO**

A Jehová, por siempre escuchar mis oraciones y darme el empujón que siempre pedí cuando estaba a punto de darme por vencido, por fortalecer mi fe y mis ganas de seguir adelante pese a los obstáculos que se dieron en el transcurso de esta experiencia de estudio.

A mi familia, a los profesores que compartieron sus conocimientos y experiencias, a mis amigos por siempre darme ánimos, y confiar en mí cuando ni yo lo hacía a todos quienes formaron parte de esta oportunidad y experiencia vivida casi terminada.

Sin ustedes ni siquiera estaría escribiendo estas líneas, gracias de todo corazón.

**Dillan Andrés López Vivar**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero dar infinitamente gracias a dios por haberme dado la sabiduría y la fuerza necesaria para terminar esta etapa de mi vida, de ante mano la confianza y el apoyo que me brindado mi tío, que en el trayecto de esta carrera me ha demostrado su amor y el cariño hacia mí y encaminándome con un buen camino y dándome consejos para llegar a ser una buena persona hasta la actualidad.

A los profesores quienes han compartido sus conocimientos para llegar a la culminación de esta carrera para la vida profesional, tanto en ética y valores.

Mi madre que me apoyado a seguir adelante a pesar de las circunstancias a estado ahí en las buenas y en las malas.

A la persona están especial para mí que juntos hemos logrados muchas cosas juntos y me a enseñado a ser valiente y conjuntamente con el apoyo que me has brindado para superar esta barrera tan dura que fue, que ya lo logré Tania Segovia.

**Cristian Geovanny Clavòn Tasinchano**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Laura Méndez por sus enseñanzas, sus palabras de aliento y consejos.

A mi hija Alina Navarrete y mi esposa Nathaly Gordillo por su motivación permanente para ser mejor ser humano y profesional.

Y no puedo olvidarme de mi hermano Jorge que siempre me ha dicho que me prepare académicamente y para la vida, su apoyo en los peores momentos de mi existencia ha sido de vital aliento para continuar siempre adelante sin rendirme ante las adversidades, sé que todos estarán muy orgullosos de verme culminar una meta, los quiero con todo mi ser.

A mi familia, mi tía y mis amigos por apoyarme en todo lo que me propongo conseguir, gracias por su apoyo.

**Santiago Rodrigo Navarrete Méndez**

## DEDICATORIA

A mi madre Nelva Vivar que siempre estuvo alentándome, escuchándome y felicitándome al empezar y al culminar cada semestre, por todas las veces en las que el cansancio se apoderaba de mí, pero su sonrisa me hacía recordar el por qué empecé.

A mi padre Beto López que siempre confió en mí, con su apoyo y predisposición siempre me hizo sentir seguro de lo que soy.

A Carolina Chicaiza por ser quien escucho interminables veces mis quejas, que con su cariño y comprensión me alentaba a seguir, gracias por enseñarme que la palabra dar me por vencido no existe para mí y que todo lo que me propongo lo puedo conseguir.

A mi hermano Kevin López por su ayuda y enseñanza en temas que no entendí.

A Felipe Cisneros por ser un gran amigo, un buen mentor, un gran colega, un hermano mayor.

A mis amigos Brandon, Joel, Jhon, Gerald y Richar por escucharme, por preguntarme, por apoyarme, por ser ese apoyo que cualquier persona merece en su vida, por simplemente ser mis amigos.

A Iván Cisneros por enseñarme este gran oficio del cual estaré siempre orgulloso.

A mis tías por ser un ejemplo de superación, ya sea en lo personal como en lo profesional.

A toda mi familia, a los que formaron parte de esta aventura que ya termina y también por los que ya no están, esto es por ustedes y para ustedes sé que estarán muy orgullosos de verme culminar una meta, los quiero con todo mí ser.

**Dillan Andrés López Vivar**

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Tania Segovia que siempre estuvo dándome esas palabras de aliento y la fuerza necesaria para terminar esta carrera tan anhelada que se venía viendo negra, pero por fin se logró gracias por ese apoyo brindando y la emoción con el festejo que cada semestre se terminaba.

A mis hijos que ellos me han enseñado a ser una persona responsable dedicada en cada momento que uno hacia deberes, me han dado es valor de salir adelante y triunfar en la vida para llegar a ser mejor.

A mi familia y seres queridos que me han acompañado en este camino tan largo que fue duro, pero no imposible para llegar a la meta con el fin de cumplir o perseguir sus sueños si se pueden llegar a ser realidad.

**Cristian Geovanny Clavon Tasinchano**

## Índice General

CERTIFICACIÓN.....	I
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
AGRADECIMIENTO .....	III
DEDICATORIA .....	VI
Índice General .....	IX
Índice de Gráficos .....	XII
Índice de Tablas .....	XIV
RESUMEN .....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVII
CAPITULO I .....	XXV
PLANTEAMIENTO .....	XXV
1.1. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	XXV
1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	XXV
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	XXVII
1.3.1. Objetivo General .....	XXVII
1.3.2. Objetivos Específicos.....	XXVII
1.4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	XXVII
1.4.1. Justificación Teórica .....	XXVII
1.4.2. Justificación Metodológica .....	XXVII
1.5. DELIMITACIONES.....	XXVII
1.5.1. Delimitación Temporal:.....	XXVII
1.5.2. Delimitación Geográfica:.....	XXVIII
1.5.3. Línea de investigación:.....	XXVIII
CAPÍTULO II .....	29
FUNDAMENTACIÓN TEORICA .....	29
2.1. Discapacidad .....	29

2.2. Antecedentes de la investigación .....	30
2.3. Desarrollo teórico del objeto .....	31
2.4. Sistemas de accionamientos mecánicos para acelerar y frenar .....	31
2.5. La importancia de la electrónica en el desarrollo del automóvil.....	33
2.6. Sistema de Aceleración Electrónico.....	34
2.7. Pedal del acelerador .....	35
2.8. Cuerpo de aceleración .....	36
2.9. Unidad de control o ECU.....	38
2.10. Sensor de posición del pedal de aceleración o APP.....	41
2.11. Tipos de sensor .....	42
CAPITULO III .....	45
ELEMENTOS ELECTRÓNICOS .....	45
3.1. Regulador de voltaje .....	45
3.2. Microcontrolador .....	46
3.3. Optoacoplador .....	48
3.4. Driver.....	49
3.5. Conmutador Analógico .....	50
3.6. Elementos electrónicos.....	52
CAPÍTULO IV .....	59
MATERIALES Y METODOS .....	59
4.1. Estudios cuantitativos en el Ecuador .....	59
4.1.1. Estadísticas.....	59
4.1.2. Discapacidades por edad en el Ecuador .....	60
4.2. Discapacidades.....	60
4.2.1. Tipos de Discapacidades y sus características .....	60
4.2.2. Discapacidad motriz.....	61
4.3. Movilidad y transporte de personas discapacitadas .....	62
CAPITULO V.....	65
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN .....	65
5.1. Elaboración .....	65

5.1.1. Prototipo de base de pedal.....	65
5.1.2. Montaje de motor 12v DC .....	66
5.1.3. Instalación del sistema de palancas.....	66
5.1.4. Colocación del pedal de acelerador izquierdo.....	67
5.2. Diseño .....	68
5.2.1. Circuito electrónico.....	68
5.2.2. Circuito de activación primaria o de seguridad .....	69
5.2.3. Circuito de regulación de voltaje. ....	70
5.2.4. Circuito de desplazamiento del pedal adaptado. ....	71
5.2.5. Circuito de Interface. ....	72
5.2.6. Microcontrolador.....	74
5.3. Elaboración de tarjeta electrónica.....	76
5.4. Programación.....	77
CAPITULO VI.....	79
INSTALACIÓN, COMPROBACIÓN Y PRUEBAS.....	79
6.1. Instalación y montaje en el vehículo.....	79
6.2. Pruebas de funcionamiento del sistema de pedal adaptado. ....	80
6.3. Prueba de comprobación de señal del sensor APP del pedal 1 (original) .....	81
6.4. Prueba de comprobación de señal del sensor APP del pedal 2 (adaptado) .....	82
6.5. Prueba de voltaje de los sensores APP .....	83
6.6. Prueba de accionamiento del pedal adaptado .....	84
6.7. Prueba de conducción.....	85
CONCLUSIONES.....	86
RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	88
ANEXOS .....	90
ANEXO 1. Diagramas eléctricos.....	90

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Adaptación de Palancas .....	XXI
Ilustración 2. Adaptación de Palancas en el vehículo .....	XXIII
Ilustración 3. Personas con discapacidad por provincia .....	29
Ilustración 4. Diseño de mecanismo para vehículos de discapacitado.....	30
Ilustración 5. Acoplamiento mecánico para acelerar y frenar.....	32
Ilustración 6. Gestión Electrónica .....	34
Ilustración 7. Sistema de frenos.....	35
Ilustración 8. Pedal de acelerador .....	36
Ilustración 9. Aleta de aceleración.....	38
Ilustración 10. Funcionamiento (ECM) .....	39
Ilustración 11. Funcionamiento de memoria.....	40
Ilustración 12. Sensor APP .....	42
Ilustración 13. Sensor TPS.....	43
Ilustración 14. Regulador de voltaje .....	45
Ilustración 15. Microcontrolador .....	47
Ilustración 16. Optoacoplador .....	48
Ilustración 17. Driver.....	50
Ilustración 18. Conmutador Analógico .....	51
Ilustración 19. Condensador .....	52
Ilustración 20. Resistencia .....	54
Ilustración 21. Conexión interna de relés .....	55
Ilustración 22. Interruptores.....	56
Ilustración 23. Diodo.....	56
Ilustración 24. Bocina.....	57
Ilustración 25. Motor eléctrico eleva vidrio.....	58
Ilustración 26. Tipo de discapacidad actual en el Ecuador .....	59
Ilustración 27. Discapacidad por edad.....	60
Ilustración 28. Tipos de Discapacidad.....	61
Ilustración 29. Causas de discapacidad en el Ecuador.....	62
Ilustración 30. Placas metálicas .....	65
Ilustración 31. Motor eleva vidrio.....	66
Ilustración 32. Palancas.....	67
Ilustración 33. Pedal Izquierdo .....	68
Ilustración 34. Circuito Electrónico .....	69
Ilustración 35. Circuito de activación.....	70
Ilustración 36. Circuito regulación de voltaje .....	71
Ilustración 37. Circuito de desplazamiento .....	72

Ilustración 38. Circuito de Interfaz.....	74
Ilustración 39. Circuito Microcontrolador.....	75
Ilustración 40. Tarjeta Electrónica .....	77
Ilustración 41. Arduino.....	78
Ilustración 42. Instalación de Sistema del pedal.....	80
Ilustración 43. Prueba con Osciloscopio .....	81
Ilustración 44. Señal pedal original.....	82
Ilustración 45. Señal pedal adaptado.....	83
Ilustración 46. Medición de voltaje .....	84
Ilustración 47. Operatividad de pedal adaptado .....	85
Ilustración 48. Prueba de ruta .....	85

## Índice de Tablas

Tabla 1. Beneficios de aplicación en pago de impuestos según el grado de discapacidad. ...	63
--	----

## RESUMEN

El presente proyecto se lo realiza con la finalidad de proponer el estudio y diseño e implementación de un sistema de aceleración para personas con discapacidad en un vehículo automático con tecnología de punta, en este caso se acoplará el sistema en un vehículo tipo SUV. Dicho proyecto considera brindar un diseño detallado a la comunidad de personas con discapacidad física.

Todo el análisis del presente proyecto está diseñado para una persona que haya perdido una extremidad inferior del lado derecho. La conducción normal de un vehículo se realiza con el pedal del acelerador en el lado derecho. En este caso el diseño está constituido por componentes electrónicos y mecanismos. En los electrónicos están: sensor APP, una tarjeta electrónica diseñada para la interface del funcionamiento del segundo pedal de aceleración. En los mecanismos está el pedal del acelerador, el eje de empuje del mecanismo del pedal.

En lo eléctrico está un motor de 12 volt que mueve el mecanismo del pedal, interruptores, microcontrolador, cableado para las conexiones eléctricas. Al accionar el interruptor el pedal se desplaza hacia abajo y hacia arriba; cuando el pedal esta hacia abajo en ese momento se desconecta el pedal original y entra en funcionamiento el pedal auxiliar logrando que la persona con discapacidad pueda conducir con su pie izquierdo, acelerando el motor y el frenado.

Se presenta un detalle de los principios de la gestión electrónica aplicada en el área automotriz, también se detalla la finalidad de los elementos que se usarán en el diseño de la tarjeta electrónica para la interface del pedal auxiliar, se realiza una explicación rápida detallada del funcionamiento del sistema de aceleración ya que intervendremos en los componentes para el funcionamiento del segundo pedal de aceleración.

**Palabras claves:** Sensor APP, Discapacidad física, Tarjeta electrónica.

## ABSTRACT

The present project is carried out in order to propose the study, design and implementation of an acceleration system for people with disabilities in an automatic vehicle. State-of-the-art technology will be used and the system will be coupled to a SUV-type vehicle. The project will provide a detailed design to the community of people with physical disabilities.

The entire analysis of this project is planned for a person who lost a lower right-hand limb, normal driving will be done with the accelerator pedal on the right side.

The designing is composed of electronic components and mechanical mechanisms. The electronics devices are: a sensor APP, an electronic card designed for the interface of the operation of the second acceleration pedal and the mechanical mechanism an accelerator pedal the thrust shaft of the pedal mechanism.

Among the electric components is a 12-volt motor that moves the mechanism of the pedal, switches, fuse relays fused gun carrier wired for electrical connections.

When the switch is actuated, the pedal moves downwards and upwards; when the pedal is down, the original device for this system gets disconnected, and the auxiliary pedal will start its function making the driver take control with his left foot by accelerating the engine and braking.

Chapter 1 presents a detail of the principles of electronic management applied in the automotive area, also specifies the purpose of the elements to be used in the design of the electronic card for the auxiliary pedal interface. A quick explanation of the operation of the acceleration system is made as we intervene in the components for the operation of the second acceleration pedal.

**Keywords:** APP sensor, physical disability, electronic card.

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la última actualización de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y del Banco Mundial (BM), de octubre de 2015, la población mundial estimada para este año es 7.432'663.000 habitantes, de ellos, el 15%, es decir, algo más de 1.100 millones de personas sufren algún tipo de discapacidad. El porcentaje de personas que padece alguna discapacidad se ha disparado. Hasta hace unos años, se estimaba que el promedio era del 10%, pero la OMS y el BM ahora manejan un promedio de 15%, porque la prevalencia de la discapacidad va en aumento debido a varios factores como el envejecimiento poblacional, el incremento de enfermedades crónicas como la diabetes, las cardiovasculares, el cáncer y los trastornos de la salud mental.

Entonces en Ecuador algo extraordinario ha ocurrido: el anterior Gobierno de Rafael Correa, tras nueve años en el poder, bajó la cifra de personas con discapacidad de 1'653.000 en 1996, a 816.156 en 2010, según el Censo de Población del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Eso no es todo, para este año la cifra se ubicó en 415.500, según reporta el Consejo Nacional Para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS), en su último informe estadístico publicado hace pocos días, esto representa la sexta parte de la estimación internacional. En Ecuador existen 455.829 personas con algún tipo de discapacidad registrados en el 2019 según la base de datos del Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS). De esta cifra, 212.766 (46.68 %) ciudadanos portan una de carácter físico; y 101.973 (22.37 %) intelectual, entre otras. (Conadis, CONSEJO NACIONAL PARA LA IGUALDAD DE DISCAPACIDADES, 2022)

Adentrándonos en los beneficios tributarios a los que podrán acceder son:

Exoneración de Tributos de bienes y vehículos para personas con discapacidad, en el último período fiscal del 2020 al 2021 se han importado una cantidad de 6130 vehículos con dicho beneficio para personas con discapacidad, los cuales en teoría necesitarían algún tipo de adaptación para su conducción. (Conadis, Consejo nacional para la igualdad, 2022).

Accesibilidad al medio físico. - Norma INEN CPE INEN 21-1: *Directrices para el desarrollo de normas sobre sistemas de transporte. Necesidades de las personas con discapacidad y adultos mayores.*

### **Sistemas de Transporte**

- Generalidades

Los sistemas deben tener en cuenta las necesidades de las personas con movilidad reducida en una etapa temprana del diseño o rediseño de los distintos elementos del sistema de transporte. Esto es más efectivo y rentable que una posterior adaptación de sistemas concebidos sin prestar atención a estas necesidades.

Para que un modo de transporte se considere accesible, todos los elementos del mismo, infraestructura y vehículos deben ser utilizables por todos. El diseño de los sistemas de transporte debe satisfacer por completo las necesidades de las personas con movilidad reducida, con el fin de concederles la mayor independencia posible. La seguridad y la accesibilidad deben ser compatibles en los sistemas de transporte.

- Elementos del sistema de transporte

Un desplazamiento se compone de varios elementos que unidos forman una cadena de transporte. Para que el desplazamiento sea accesible, cada uno de los elementos debe ser accesible como también deben serlo los vínculos entre ellos. Esto significa, por ejemplo: Llegada al transporte y uso del mismo, incluida su infraestructura, cualquier combinación de los diferentes servicios de transporte y las posibilidades de intercambio entre estos; Información que garantice que todos los usuarios reciben en tiempo real información sobre las estaciones, las paradas de autobús, etc., antes y durante el desplazamiento; Posibilidad de hacer una reserva, comprar billetes y pagar por ellos antes o durante el desplazamiento. Los elementos o subsistemas del transporte son la “infraestructura” y el “vehículo”. La “infraestructura” se subdivide a su vez en “zona de acceso”, “terminal” y “zona de embarque”. NOTA. En algunas terminales se puede dar la situación de que se utilicen vehículos diversos para el desplazamiento de usuarios. Tal es el caso de los autobuses y vehículos eléctricos, así como tapices rodantes, escaleras mecánicas y ascensores en aeropuertos y otras terminales. En estas ocasiones, se debe velar por que los citados

vehículos sean accesibles o existan formas alternativas de realizar los correspondientes desplazamientos. La secuencia tipo en el uso de un modo de transporte en función de los distintos elementos que lo componen es la siguiente: Acceso → terminal → embarque → vehículo → desembarque → terminal → salida.

Siendo de importancia en derecho a movilidad y el ser ciudadano implican que toda persona pueda disfrutar con seguridad y comodidad, sin imponer diferencias a los individuos por edad, talla, habilidades, características físicas o discapacidad, de manera independiente y natural.

La movilidad en nuestras ciudades es simplemente el poder salir de tu casa y llegar a “otro” lugar, en el cual llevarás a cabo una actividad de recreación, educación o trabajo, y consideramos que el poder llegar a ese espacio es el objetivo por el cual salimos de nuestra casa. La movilidad y el ser ciudadano implican que toda persona pueda disfrutar con seguridad y comodidad, sin imponer diferencias a los individuos por edad, talla, habilidades, características físicas o discapacidad, de manera independiente y natural.

La accesibilidad, de acuerdo con la Convención Internacional sobre los Derechos de la Personas con Discapacidad y la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad, es considerada como un principio; la razón es simplemente porque para trabajar, atender a un centro de salud o a una escuela, se requiere, justamente, llegar. Es decir, para ejercer el derecho al trabajo, a la salud o a la educación, entre otros, es indispensable comprender la información en las calles, tener la posibilidad de salir de tu casa de una manera evidente y sencilla, tomar un transporte o desplazarse por la ciudad.

Con la finalidad de lograr la accesibilidad en nuestro país, se han desarrollado diferentes documentos normativos en materia de accesibilidad arquitectónica y urbana; sin embargo, es importante reconocer que la accesibilidad a la conducción de un vehículo adaptado requiere de lineamientos específicos y, sobre todo, de cambios de paradigmas, en los cuales se consideran elementos “especiales” sin considerar que todas las personas tenemos diferentes requerimientos a lo largo de nuestra vida. (Inen, 2020)

Al respecto de la problemática podemos mencionar que los sordos, ciegos y personas con discapacidad física deben enfrentarse todos los días a espacios hostiles que no

consideran sus limitaciones: transporte sin áreas para silla de ruedas, edificios públicos sin rampas, veredas angostas, parques sin accesos. Hoy, Día Internacional de las Personas con Discapacidad, es importante recordar que ninguna ciudad del Ecuador se considera inclusiva para esta minoría.

No hay suficientes pasos cebra, semáforos y señalización, y lo peor es el irrespeto al peatón, que debe correr, rogar que le den paso, lanzarse y esperar un bocinazo. Lo que parece grave para la mayoría puede ser aún peor si ese cruce lo hace un ciego, un sordo o alguien en silla de ruedas: se convierte en un peligro de muerte. “Una persona con discapacidad sufre en el espacio urbano; en el Ecuador las ciudades son hostiles para ellos”, (Idrovo, 2017)

En el Ecuador no existe una base estadística sobre ciudades amigables para personas con discapacidad. A pesar de que hay ordenanzas que exigen que los espacios sean más accesibles, no se cumplen en su totalidad. O, lo que es peor, resultan a veces esfuerzos inútiles. Las personas con discapacidad necesitan un medio más amigable de movilidad que generen autosuficiencia en su desarrollo en el diario vivir. Es decir, vehículos con adaptaciones especiales que permitan su transportación de un lugar a otro, sea esta de manera autónoma como la conducción o el simple hecho de acceder con mayor facilidad al interior de un vehículo.

En la ciudad de Quito no existe un centro especializado para brindar el servicio de adaptaciones en vehículos de personas con discapacidad y a nivel nacional solamente se reporta un representante de una marca internacional que autorizado para la distribución de sistemas de adaptación en la conducción o accesibilidad hacia el interior del vehículo de personas con discapacidad física. Representando una dificultad ya que las necesidades son muy específicas en este ámbito y requieren de sistemas de precisión de acuerdo a la capacidad de cada individuo.

En este punto me permito referir el trabajo realizado por un emprendedor en el vecino país de Colombia en donde han tenido un avance en la intención de realizar sistemas de adaptación para la conducción de vehículos de propiedad de personas con discapacidad física.

“El derecho a la movilidad para las personas con discapacidad no solo consiste en modificar la estructura de los medios de transporte públicos y las vías peatonales para su libre desplazamiento. En la actualidad se puede modificar cualquier vehículo particular para el uso especial de personas con discapacidad.”

**Ilustración 1. Adaptación de Palancas**



**Fuente:** (Integrantes, 2022)

En el siguiente proyecto se menciona algunas de las posibles modificaciones que se pueden llevar a cabo con el fin de hacer posible que una persona con discapacidad lo conduzca de manera segura. Antes que nada, quisiera aclarar que los cambios a realizar en el vehículo dependen de diversos factores, y que cada modificación depende del vehículo y de la discapacidad que la persona presenta.

Para documentarnos un poco acerca del tema, acudimos a Fabio Francisco Moreno “Junior” como le dicen cariñosamente en la empresa donde labora, quien nos contó su experiencia y nos mostró su Kia Picanto, que ha sido modificado de forma exclusiva para su uso personal.

Lo primero que debemos tener en cuenta del vehículo es sus características, si es mecánico o automático. El mecánico es el que requiere de mayores modificaciones, debido a que tiene un pedal adicional que es el del embrague. El vehículo automático es ideal para la modificación de autos para las personas discapacitadas, desde el punto de vista de

adaptación, debido a que no cuenta sino con dos pedales y los movimientos de la palanca son menos.

Para el caso del conductor, según lo que nos contaba Junior, no conoce ninguna escuela donde enseñen a conducir un auto a discapacitados. Para su caso particular, antes de la lesión él ya conducía, nos contó que desde los 12 años maneja el tractor en la finca de sus padres y de allí su gusto por los carros. Junior luego de su lesión accidental, perdió la movilidad de sus piernas y debido a que reside en la ciudad de Neiva, y por su tratamiento tenía que desplazarse hasta Chía, vio la necesidad de movilizarse en trayectos largos, además de la idea de tener una independencia, donde pudiera valerse por sí mismo y sin la necesidad de que alguien más tuviera que transportarlo.

Sin embargo, a pesar del gusto por el auto y que antes de la lesión los hubiera conducido, Junior tuvo que pasar por una valoración médica, donde se certificará su capacidad mental y física para conducir un auto, según nos manifiesta, en la Clínica Universitaria La Sabana antigua teletón le entregaron un certificado de aptitud con el cual se dirigió a tránsito para obtener el permiso especial y la licencia para conducir el auto.

De acuerdo al tipo de lesión que presente la persona, se pueden dar las adaptaciones. En algunos casos como el de Junior que perdió la movilidad de las piernas, la modificación se presenta en los pedales y se realiza a través de palancas que le permiten controlar el vehículo solo con las manos. Si por el contrario la lesión es de las extremidades superiores o que no pueden realizar las presiones manuales la adaptación se realizará a través de una prótesis que le permita controlar el vehículo.

El volante es una de las partes indispensables en cualquier vehículo, gracias a él podemos dirigirlo hacia un determinado punto y el usuario debe poder manipularlo de algún modo. Para manipular un volante se requiere tener un buen rango de movilidad y fuerza de toda la extremidad superior, desde el hombro hasta la muñeca y la mano. Existen algunas adaptaciones que hacen más fácil su uso en las personas con discapacidad. Podemos mencionar al respecto perillas integradas al aro del volante, como lo muestra la imagen.

## Ilustración 2. Adaptación de Palancas en el vehículo



**Fuente:** (Integrantes, 2022)

Cuando se tiene una movilidad muy limitada existen joysticks o controles mediante los cuales es posible manipular el auto con un simple dedo. En caso de que la persona no pueda emplear de ningún modo ambas extremidades superiores, actualmente existen en el mercado sistemas electrónicos de control del volante y volantes que pueden ser maniobrados con las extremidades inferiores. El volante también puede adaptarse para poder manipular los pedales a través de él.

- Control de Pedales.

Un vehículo automático posee dos pedales, uno para acelerar y otro para frenar; en los vehículos manuales o estándar se incluye un tercero que es el del embrague, necesario para realizar los cambios de velocidad. Los pedales pueden adaptarse dependiendo de las circunstancias funcionales de la persona. En los casos en los que no le sea posible a la persona manipular uno o ambos pedales con sus miembros inferiores, puede adaptarse un sistema de pedales con control manual, cuyo mando va integrado al volante al lado del mismo como lo muestra la imagen o como una palanca aparte colocada en el piso del automóvil. Del mismo modo, se puede adaptar una versión manual del embrague para las personas que no puedan manipularlo directamente con el pedal.

La adaptación e implementación de un sistema de aceleración de un vehículo implica tener conocimientos consolidados en el manejo de la electrónica y el conocimiento de mecanismos que hacen que el técnico automotriz sea un profesional capacitado para la

operación de herramientas, manejo de diagramas eléctricos, manejo de equipos de soldadura, calculo, diseño. (Dominic, 2016)

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO

#### 1.1. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

Se plantea la viabilidad de adaptar un acelerador de tipo electrónico (sensor APP) paralelo al original, hacia el pie izquierdo ubicándolo paralelamente a la altura del acelerador original, en un vehículo de marca Toyota Innova 8, con acelerador electrónico, de transmisión manual, para personas con discapacidad física, que carecen de su extremidad inferior derecha, que bajo esta condición es impedido de acelerar de manera regular (pie derecho). Mediante el diseño de un circuito de interfaz, que estará incorporado en un módulo de control, que bajo un sistema de activación electrónico cumplirá la orden de intercambiar la función de acelerar con el pedal original (pie derecho) al pedal adaptado (mano derecha) y viceversa, según la necesidad de la persona que va a conducir, sin que esto altere su diseño de fábrica y sea de utilidad para personas con sus extremidades inferiores completas y personas con discapacidad física que carecen de su extremidad derecha. Pudiéndose activar - desactivar mediante un pulsador colocado en el tablero o desde la aplicación de bluetooth.

#### 1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los materiales necesarios?

- Vehículo marca: Toyota, tipo: SUV, modelo: INNOVA 8 con transmisión manual, año 2020
- Software Arduino
- Software PROTEUS
- Sensor APP
- Micro controlador
- Placa
- Estaño
- Palancas

- Materiales electromecánicos (baquela, relés, condensadores, resistencias, pulsadores, etc.)

¿Cuáles son las maquinas que se utilizan?

- Computador laptop
- Scanner
- Vector Router CNC

¿Cuáles son los costos de las materias primas?

- Sensor APP \$ 450
- Licencia Software PIC C \$ 200
- Licencia Software PROTEUS \$ 280
- Alquiler de Scanner \$ 200
- Alquiler de maquina Vector Router CNC \$ 400
- Micro controlador \$ 80
- Pantalla display \$120
- Cableado \$ 30
- Palancas \$ 25
- Materiales electromecánicos \$ 80
- Total \$1865

¿Conocer el nivel de la demanda existente dentro del país?

De acuerdo a información proporcionada por el Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades (CONADIS) en el Ecuador existen 471.205 personas con discapacidad de estas el 45.66% tienen algún tipo de discapacidad física, es decir, 215.156 personas.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Diseñar e implementar un acelerador de tipo electrónico adaptado a la mano al no ser posible acelerar de manera regular logrando que puedan conducir personas con discapacidad física que carecen de su extremidad inferior derecha.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Diseñar un circuito de interfaz que logre el intercambio de función del pedal original al pedal adaptado.

Implementar el circuito en un módulo electrónico que cumpla con la orden de activar o desactivar el acelerador adaptado y viceversa.

Adaptar un sistema de palancas que permita ubicar el sensor APP a la altura del freno de mano permitiendo acelerar con la mano derecha.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. Justificación Teórica**

Para el diseño e implementación de un sistema adaptado de un acelerador del tipo electrónico en un vehículo de transmisión manual implica la aplicación de sólidos conocimientos y dominio de ciencias como la electrónica, la mecánica, la programación que harán de un ingeniero automotriz sea un profesional capaz de diseñar nuevos diagramas electrónicos, implementar nuevos circuitos en tarjetas electrónicas que cumplan con funciones de acuerdo a la necesidad real de su entorno.

#### **1.4.2. Justificación Metodológica**

Para el efecto del desarrollo de la tesis tomando en consideración el propósito del estudio se analiza pertinente la aplicación de la investigación de tipo exploratorio que nos refiere una visión general de un nuevo tema de estudio.

### **1.5. DELIMITACIONES**

#### **1.5.1. Delimitación Temporal:**

El límite de tiempo que tomara realizar la tesis es de 6 meses.

### **1.5.2. Delimitación Geográfica:**

El alcance geográfico de esta investigación es el país de Ecuador.

### **1.5.3. Línea de investigación:**

La línea que se maneja en esta investigación es del tipo experimental al tratarse del conocimiento en materias que concentran la carrera de ingeniería automotriz, así mismo como sub línea tenemos el aspecto técnico y social al momento en que el estudio se enfoca a brindar soluciones de conducción para un vehículo utilizado por personas con discapacidad física.

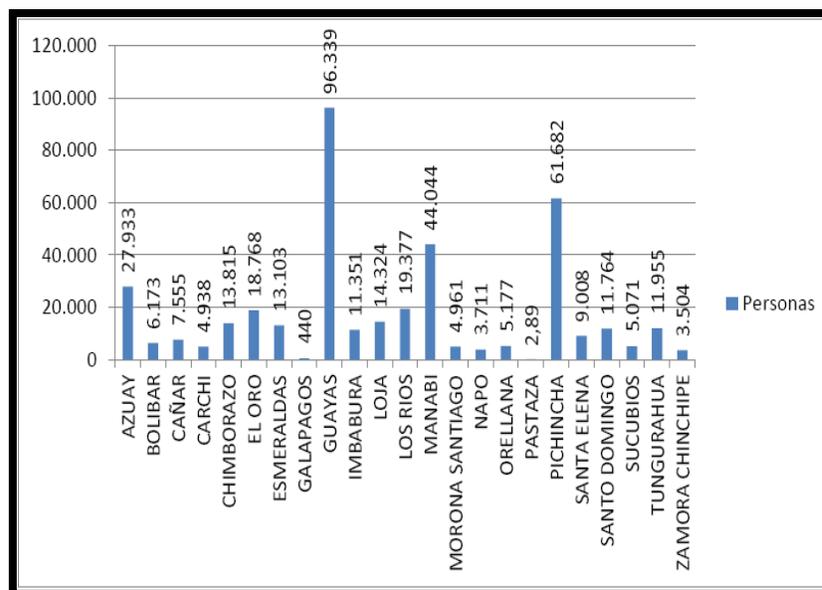
## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN TEORICA

#### 2.1. Discapacidad

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, distintos tipos de discapacidad, como personas que sufren algún déficit o condición ya pueden ser en su parte física, intelectual o mental en forma de largo plazo o corto plazo o también son personas que nacen ya con algún tipo de este déficit. Afectándoles interactuar de una manera normal con las demás personas. Según datos estadísticos del Consejo Nacional para la igualdad de discapacidades del Ecuador existen mayor porcentaje de personas con discapacidades en la provincia de Guayas seguida por Pichincha. (Conadis, Consejo nacional para la igualdad, 2022)

Ilustración 3. Personas con discapacidad por provincia



Fuente: (Carlos, 2018)

## 2.2. Antecedentes de la investigación

En este punto podemos tomar como un gran referente de fabricación de sistemas para la adaptación en la conducción de vehículos al uso de personas con discapacidad. Como es “TODODISCA” una empresa dedicada a desarrollar todo tipo de dispositivos mecánicos y electrónicos que se adapten en vehículos para facilitar la conducción y la accesibilidad de personas con discapacidad.

Una de sus creaciones es la adaptación de un acelerador y freno electrónico en un vehículo de la marca FIAT para una persona con Tetraplejia que consiste en un puño que, al girar hacia la derecha, acelera (es electrónico), y empujar hacia delante, frena (mecánico por ley). En dicho puño encontramos varios botones que accionan diferentes comandos, según la necesidad de cada uno. En el volante tiene un pomo de 3 puntas que sujeta muy bien la muñeca y así aplicamos muy poca fuerza (ideal lesiones altas, C5-6). (Morgans, 2020)

Ilustración 4. Diseño de mecanismo para vehículos de discapacitado



Fuente: (Integrantes, 2022)

Mismo que en el transcurso del tiempo ha tenido una buena aceptación en el mercado internacional facilitando la conducción de muchas personas que mantienen una tetraplejia por discapacidad y colaborando con la facilidad para su movilización. Por lo que con el objetivo de laborar un mecanismo de aceleración adaptando un pedal acelerador al lado izquierdo para facilitar la conducción de personas con discapacidad física en un vehículo tipo

SUV de transmisión automática es poder tener una buena acogida de dicha creación y realmente contribuir con las personas que estamos inmersas en este gran grupo de movilidad reducida o determinada discapacidad física, específicamente por la falta de una extremidad inferior como es mi caso de la pierna derecha.

### **2.3. Desarrollo teórico del objeto**

Entendiendo los principios y conceptos de lo que comprenden los mecanismos, palancas; así como el funcionamiento de los diferentes elementos de la electrónica como son relés, condensadores, resistencias, interruptores, motores eléctricos, etc. Y adentrándose en sistemas más complejos como el funcionamiento de la ECU, funcionamiento del cuerpo de aceleración, funcionamiento de sensores (TPS, APP), actuadores, etc.; nos empeñamos en cumplir con el objetivo de laborar un mecanismo de aceleración adaptando un pedal acelerador al lado izquierdo para facilitar la conducción de personas con discapacidad física en un vehículo tipo SUV de transmisión automática.

Que consiste en realizar un mecanismo de palancas para sostener a un pedal de acelerador a lado izquierdo paralelo al original, mismo que rota mediante un eje para lograr la ida y retorno de este. Posteriormente adaptar un eje adicional para que dicho pedal se baje y se oculte siendo accionado por un motor electrónico de eleva vidrio, recibiendo la señal de un pulsador. Y la parte más medular de dicho sistema es diseñar un circuito de interfaz para la activación y desactivación del pedal original derecho al pedal adaptado izquierdo y viceversa, mediante el mismo pulsador de accionamiento al bajar dicho pedal. Logrando un sistema complejo de componentes mecánicos y electrónicos que cumplen con la función de realizar un interfaz en la conexión eléctrica de un pedal de acelerador electrónico o APP original (lado derecho) a un pedal de acelerador electrónico o APP adaptado de las mismas condiciones (al lado izquierdo). Facilitando la conducción con la pierna izquierda de una persona con una amputación transfemoral de su pierna derecha, por ende, lograr su inclusión en la sociedad y su accesibilidad a la transportación de manera autónoma.

### **2.4. Sistemas de accionamientos mecánicos para acelerar y frenar**

Los aspectos mecánicos son buscar las fuerzas necesarias para el accionamiento de los pedales, espacios seguros para las adaptaciones he instalaciones mecánicas de estos

sistemas buscando palancas y poleas para dar diferente torque para mejorar la fuerza de accionamiento, por lo general se usan varillajes y cables de accionamiento.

Forma radial y frenan como una manilla de moto. coplamiento mecánico para acelerar y frenar.

El sistema de frenos es el más importante para la seguridad vial y del conductor. Por este motivo las autoridades de los diferentes países establecen reglas y parámetros a cumplir por los automóviles en cuanto a distancia, estabilidad de la carrera de frenado y más aún para vehículos homologados para personas discapacitadas. Por su parte los fabricantes y desarrolladores del automóvil, se esfuerzan cada día más en lograr sistemas de frenos seguros y duraderos. En todos los vehículos el sistema de frenos incluye dos posibilidades. Un sistema que puede manipular el conductor, generalmente con el uso de un pedal y que sirve para disminuir la velocidad del vehículo o detenerlo y poder mantenerlo inmóvil. La fuerza de frenado de este sistema la puede establecer el conductor de acuerdo a la presión que ejerza sobre el pedal de accionamiento. (Tom, 2016)

**Ilustración 5. Acoplamiento mecánico para acelerar y frenar**



Fuente: (Integrantes, 2022)

## **2.5. La importancia de la electrónica en el desarrollo del automóvil**

Las tendencias del desarrollo del automóvil centradas en materiales ligeros, miniaturización, inteligencia, movilidad, energía y sustentabilidad han ocasionado que la electrónica tome una gran importancia. La evolución de la electrónica de consumo ha dado lugar a requisitos más exigentes para las comunicaciones y las funciones de entretenimiento de los vehículos. Por lo que el desarrollo de control de seguridad y comunicaciones y electrónica de entretenimiento pronostican un rápido crecimiento. En vista de la situación actual, las principales empresas manufactureras de autos considerarán a la electrónica de automóviles como el factor clave para competir por un mercado de clientes. La innovación se está volviendo cada vez más interdisciplinaria, involucrando industrias como las ciencias de los materiales (materiales ligeros), la industria química (baterías) y la electrónica (comunicaciones y sistemas de entretenimiento).

En los sistemas automotrices cada vez se sustituyen los sistemas mecánicos a electrónicos. Por ejemplo, la unidad de control electrónico es el corazón de un vehículo debido a sus múltiples funciones como el control de la combustión; hay una multitud de computadoras en todo el vehículo que controlan diferentes sistemas. Hoy en día un vehículo típicamente contiene alrededor de 25 a 35 micro controladores, y los de lujo llegan a tener aproximadamente de 60 a 100.

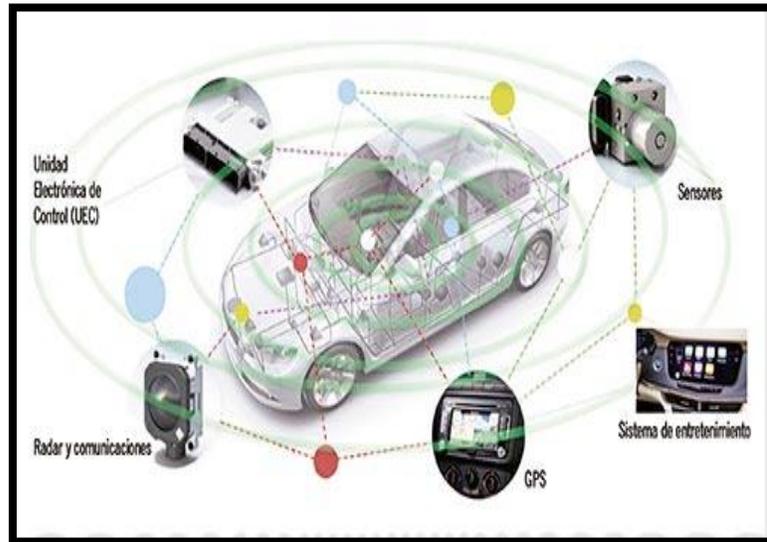
### **Sistema de inyección electrónica**

La inyección electrónica de combustible posee un sistema que reemplaza al carburador en los motores clásicos a gasolina. Es un sistema más efectivo en cuanto a la dosificación de combustible lo que directamente reduce las emisiones de gases contaminantes al ambiente. La función principal del sistema de inyección es medir cuanto aire del medio ambiente ingresa en el motor, controlado en principio por el conductor con el acelerador que mueve la mariposa, adaptando la cantidad de combustible a inyectar con la medición obtenida para que la combustión sea lo más completa posible, sin exceso o falta de combustible, es decir acercándose lo máximo a la relación estequiometría 14,7:1 aire-combustible.

En los primeros sistemas de inyección se utilizaba un sistema denominado mono punto que consta de un solo inyector para todos los cilindros, para la actualidad debido a las normas ambientales que existen en casi todos los países, la inyección mono punto ya no se utiliza.

Debido a la problemática que supone la quema despareja en los cilindros; con ello en todo vehículo de la actualidad se utilizan sistemas multipunto, es decir un inyector para cada cilindro. (Alcalá, 2016)

Ilustración 6. Gestión Electrónica

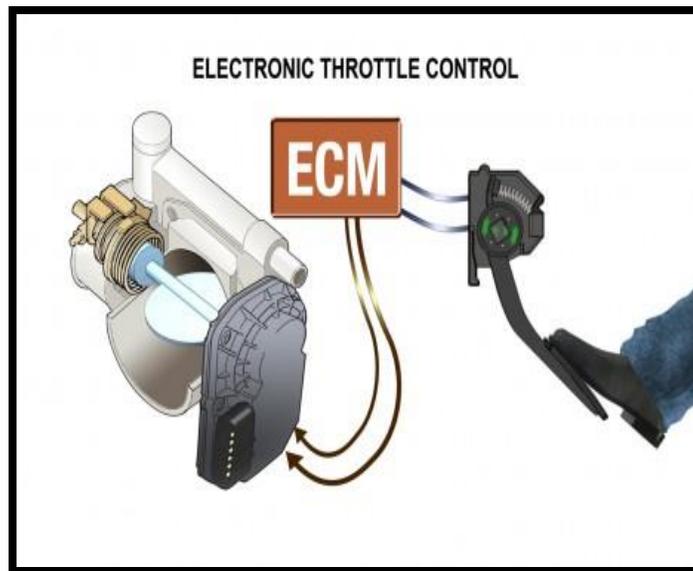


Fuente: (Morgans, 2020)

## 2.6. Sistema de Aceleración Electrónico

En los sistemas de aceleración electrónica, la entrada de aire no se controla mediante un cable, sino mediante una señal eléctrica. A medida que se cambia la posición del pedal, el sistema de control electrónico ordena al cuerpo de aceleración la apertura o cierre de la mariposa, según la acción del conductor y las condiciones de desempeño. Por ejemplo, la computadora puede activar modos específicos de seguridad o protección contra fallas, siendo de esta forma posible que un vehículo “no obedezca” al conductor si se reporta alguna falla en el sistema, porque es función del programa almacenado en la memoria de la ECU.

Ilustración 7. Sistema de frenos



Fuente: (Autoavance, 2020)

## 2.7. Pedal del acelerador

Dependiendo del fabricante, el pedal del acelerador cuenta con dos o tres sensores. Al presionar el pedal, se envía una señal a la computadora, la cual interpreta la solicitud del conductor y ordena al cuerpo de aceleración la apertura de la mariposa, en función del requerimiento y de las condiciones de desempeño del vehículo. La electrónica de este dispositivo es muy básica.

Este dispositivo consta de dos sensores, a los cuales se les conoce con la nomenclatura APP1 y APP2, ambos para el monitoreo de la posición exacta del pedal. Fabricantes como GM y FORD utilizan hasta tres sensores para la verificación de la posición exacta del pedal. Lo cual disminuye las posibilidades de mediciones incorrectas., puesta la unidad de control verifica la correlación entre ambos (o entre los tres) sensores. Es decir, la ECU dispone de una estrategia redundante para la detección de fallas relacionadas con el pedal del acelerador. (Norbye, 2017)

Ilustración 8. Pedal de acelerador



Fuente: (Morgans, 2020)

### **2.8. Cuerpo de aceleración**

Esta válvula regula la cantidad de aire que ingresa al motor, intentando copiar el sistema de regulación de aire que ofrecía al carburador, sólo que controlado electrónicamente. El elemento regulador es la mariposa de aceleración, que es accionada por un motor y para lo cual cuenta con una interfaz electrónica que se comunica permanentemente con la computadora principal.

El cuerpo de aceleración consta de un actuador motorizado bipolar que, unido mediante un eje, coloca a la mariposa en la posición ordenada por la unidad de control, contando además con una interfaz electrónica. La mariposa tiene una posición de reposo considerada de emergencia, pues permite un ingreso de aire suficiente para mantener encendido el vehículo, aun en condiciones de fallas graves en el sistema de aceleración. (Norbye, 2017)

#### **Funcionamiento del Cuerpo de Aceleración**

El sistema de control de mariposa, funciona con el principio básico del carburador, el cual consiste en mover un elemento que regula el paso del aire a través de un pedal de acuerdo al accionamiento del conductor. En los sistemas anteriores, los equipados con

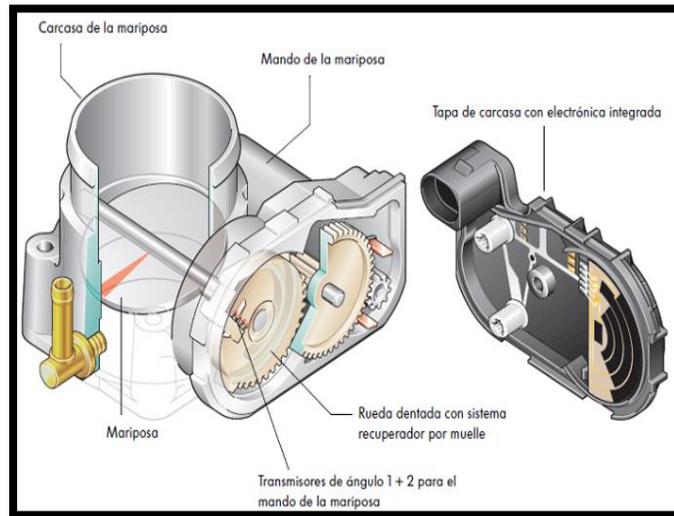
carburador, el conductor accionaba a través del cable Bowden el ingreso de aire al motor, el sistema era completamente mecánico.

En los sistemas modernos de aceleración electrónica, la entrada de aire se controla a través de una señal eléctrica, que varía de acuerdo a la acción del conductor y condiciones de desempeño, esto a través de una orden del sistema de control electrónico al cuerpo de aceleración, la apertura o cierre de la mariposa. Es posible que el auto “no atienda” la indicación del conductor si existe una falla en el sistema, esto porque la computadora así lo determina de acuerdo al programa en su memoria. La computadora puede activar modos específicos de seguridad contra fallas.

¿Cuáles son las funciones del control electrónico de aceleración?

- Preparar la mezcla combustible/aire, para el control de emisiones.
- Otorgar el par motor apropiado para soportar las necesidades del conductor y los otros sistemas del automóvil (Potencia de aceleración, potencia del A/C, Potencia para mantener la carga del sistema eléctrico).
- Disponer la potencia para no generar exceso de torque.
- Garantizar la marche en ralentí de una forma estable y adecuada.
- Incidir en los cambios suaves de velocidad, garantizando un buen confort.
- Prestar un buen servicio en caso de emergencias (desactivar otros sistemas para proveer al tren motriz).

Ilustración 9. Aleta de aceleración



Fuente: (Morgans, 2020)

## 2.9. Unidad de control o ECU

La responsabilidad de gestionar el sistema de control electrónico de aceleración recae sobre la computadora principal del vehículo. La ventaja de este sistema, es que automatiza muchas funciones que el usuario no podría controlar eficientemente y ello se traduce en mejoras como: ahorro de combustible, control de emisiones, manejo y arranque suaves, seguridad y protección de fallas, entre otros. (Norbye, 2017)

### Funcionamiento del ECM

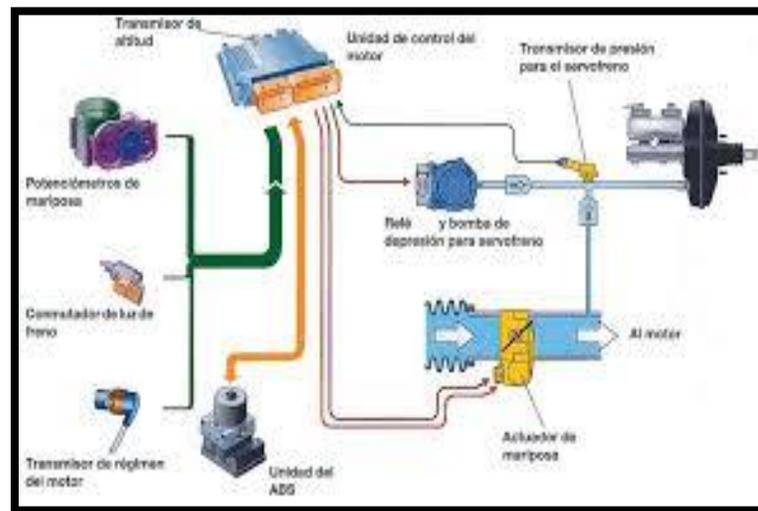
El sistema de control o gestión electrónico es lo que el cerebro a la persona, se encarga de recibir una serie de estímulos o señales electrónicas de los distintos sistemas del vehículo, las interpreta y administra cualquier función que necesite ejecutar en el auto.

En lo que respecta al motor la ECU, se comunica con todos los elementos (sensores y actuadores) que conforman el sistema de alimentación de combustible, sistema de encendido, sistema de arranque, sistema de distribución, para obtener el mayor número de señales posibles, que son los datos reales de funcionamiento del motor; para que trabaje de la manera más sincronizada posible. Para realizar la gestión electrónica del motor se sigue un esquema básico de funcionamiento, que se conforma de 3 elementos principales:

Los sensores: son los elementos encargados de transformar una magnitud física o química, en una señal eléctrica que pueda llegar a ser interpretada por la unidad de control.

La señal eléctrica que provee el sensor no es considerada solo como una corriente o tensión, sino que intervienen sus amplitudes como la frecuencia, periodo, fase o parámetros eléctricos como resistencia, capacidad e inductancia. Los sensores no solo se encuentran en el motor, sino que en la actualidad especialmente por seguridad y confort se integran sensores a lo largo y ancho de todo el vehículo.

Ilustración 10. Funcionamiento (ECM)



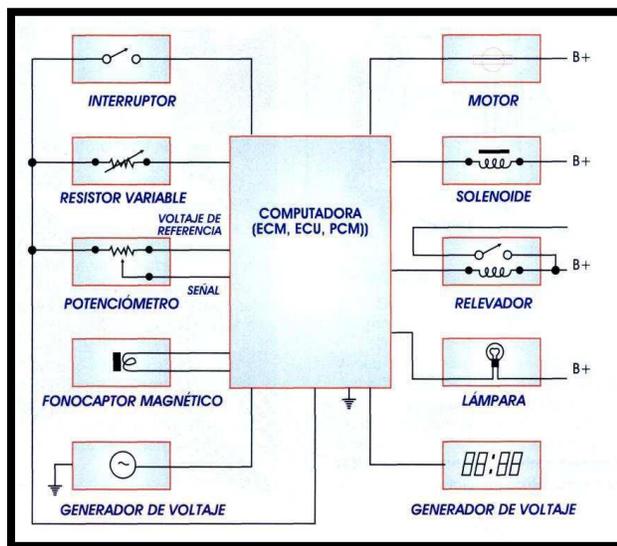
Fuente: (Morgans, 2020)

Para realizar la gestión electrónica del motor se sigue un esquema básico de funcionamiento, que se conforma de 3 elementos principales. Los sensores: son los elementos encargados de transformar una magnitud física o química, en una señal eléctrica que pueda llegar a ser interpretada por la unidad de control. La señal eléctrica que provee el sensor no es considerada solo como una corriente o tensión, sino que intervienen sus amplitudes como la frecuencia, periodo, fase o parámetros eléctricos como resistencia, capacidad e inductancia. Los sensores no solo se encuentran en el motor, sino que en la actualidad especialmente por seguridad y confort se integran sensores a lo largo y ancho de todo el vehículo. (Perez, 2020).

Los actuadores: son los elementos encargados de recibir una señal eléctrica por parte de la computadora, modificando las condiciones en las cuales se desarrolla un determinado proceso, por ejemplo, los inyectores reciben la señal de la computadora

modificando su tiempo de apertura y cierre. Pueden ejercer su fuerza mediante mecanismos hidráulicos, neumáticos, magnéticos o eléctricos. Unidad de Control: es el componente principal del vehículo, ya que regula, lee, procesa y comanda todos los componentes electrónicos. Con las regulaciones ambientales en diferentes países se hizo necesario su uso para poder controlar las emisiones contaminantes. En la actualidad viene incorporado en todos los vehículos.

Ilustración 11. Funcionamiento de memoria



Fuente: (Morgans, 2020)

En pocas palabras la ECU recibe todas las señales eléctricas por parte de los sensores, ya sean analógicas o digitales, y compara la información recibida con la programación que se encuentra en su memoria para luego tomar una decisión de modificar las condiciones de funcionamiento de determinado sistema. Internamente la ECU posee una unidad de procesamiento o convertidor analógico – digital, para convertir las señales eléctricas recibidas de los sensores en lenguaje binario (digital 0,1) y poder compararlos con la programación cargada a su sistema, que se encuentra en este tipo de lenguaje. En la actualidad la ECU controla varios sistemas en el vehículo, pero en lo que respecta al funcionamiento del motor se encarga principalmente de:

- Regular la mezcla aire combustible

- Controlar la velocidad de marcha mínima o ralentí del motor
- Controla el sistema de encendido
- Controla electrónicamente el tiempo en válvulas variables
- Controla electrónicamente la apertura y cierre de la aleta de aceleración

La gestión electrónica del motor es la parte central para partir hacia el análisis de los demás sistemas presentes, ya que los elementos presentes en ellos necesitan ser modificados electrónicamente para cumplir con la función para que fue programada.

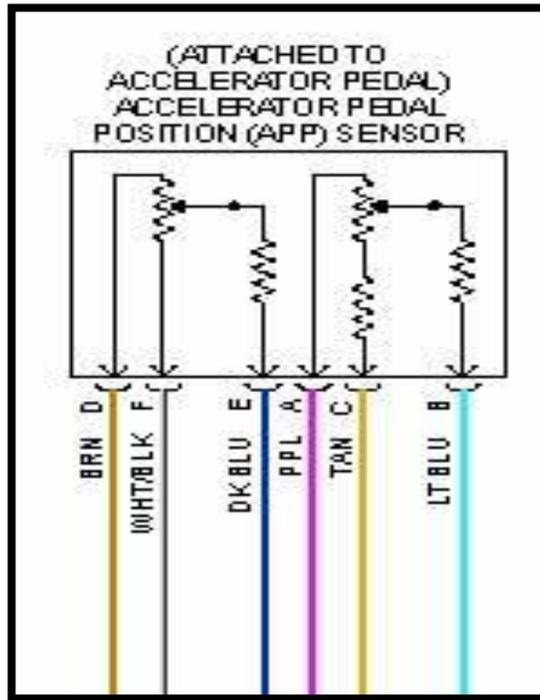
#### **2.10. Sensor de posición del pedal de aceleración o APP**

El APP, Acelerador Pedal Position (Sensor), se encuentra integrado en el pedal del acelerador. Los sensores de pedal son en algunos casos de tres cables y otros de seis, cuentan ambos con su alimentación de tierra que esta misma en ciertos modelos es de diferente potencial que la tierra física. Cuentan también con su alimentación positiva que puede ser de 12 Volts o 5 Volts. En su generalidad dichas alimentaciones son enviadas por la ECM. Y finalmente la señal que claro esta llega directamente a la ECM, esta señal puede tener un voltaje de pull up el cual decae con cierto grado de abertura.

Los beneficios de esta tecnología son la optimización de la mezcla más rápido que los que no lo tienen ya que la entrada de aire está controlada electrónicamente y no mecánicamente, con esto la ECM puede de acuerdo al ángulo de la posición del pedal puede saber la demanda que el usuario requiere y de esta manera podrá abrir con exactitud la válvula que se encuentra en el cuerpo de aceleración y dejar pasar una cantidad de aire controlada.

La señal de estos sensores es usada por la ECM para determinar el ángulo del pedal, como pueden observar en la figura funcionan como una resistencia variable lo que significa que no producen voltaje, únicamente varían su resistencia interna haciendo que la diferencia de potencial producida por el divisor de tensión varíe proporcionalmente al ángulo del pedal. (Norbye, 2017)

Ilustración 12. Sensor APP



Fuente: (Morgans, 2020)

### 2.11. Tipos de sensor

Divisor de tensión resistivo: El sensor resistivo tiene un funcionamiento electrónico muy sencillo, (un divisor de tensión o un potenciómetro) donde un voltaje es aplicado al terminal, el movimiento del pedal se traduce en el movimiento del cursor, el terminal está conectado a masa, así, midiendo la salida del sensor ( $V_{out}$ ) y conociendo su resistencia, se puede obtener la posición del pedal mediante la siguiente relación: siendo  $V_{out} = 0V$  cuando el potenciómetro se encuentra en un extremo y  $V_{out} = V_{in}$  cuando se encuentra en el otro. Lo que quiere decir: cuando el voltaje de salida es 0 está en posición inicial (cerrado) y cuando el voltaje de salida es igual al voltaje de entrada se encuentra en la posición final (abierto).

El sensor de efecto hall: es una interacción entre la corriente que fluye en el interior de un sensor y un campo magnético. No es necesario el contacto físico entre las superficies, así no existe desgaste en el sensor. El sensor está ubicado en la base del pedal del

acelerador y el acelerador tiene una lámina adherida que en su movimiento le transmite el campo magnético indicando la posición.

- **Sensor TPS (Throttle Position Sensor)**

El TPS (Throttle Position Sensor), como su nombre indica, sirve para transmitir al ECM la posición de la mariposa. Su funcionamiento utiliza los mismos métodos del sensor de posición del pedal (resistivo y efecto hall). Además dispone de sistemas de seguridad (sensores redundantes) que permiten activar el modo seguro en caso de fallo. Este sensor puede ir ubicado sobre la mariposa, integrar un módulo completo o estar en un lugar aparte de ésta. Dependiendo de la aceleración del vehículo el sensor de posición del acelerador puede moverse hasta 100 grados. Obviamente, si el vehículo no está en funcionamiento, la mariposa se encuentra cerrada y el sensor está a cero grados.

- El Sensor TPS tiene injerencia sobre las siguientes funciones:
- Dosifica la cantidad de combustible.
- Controla la marcha en mínimo.
- Desconecta el aire acondicionado cuando hay aceleración brusca.
- Controla el funcionamiento del Canister.
- Ubicación del Sensor de Posición del Acelerador

Ilustración 13. Sensor TPS



Fuente: (Perez, 2020)

Para saber cuál es el Sensor TPS nos fijamos en el cuerpo de aceleración del vehículo. Se ubica en el almacén del acelerador y se conecta al eje del mismo. En la definición, hemos explicado que a través del cuerpo de aceleración el flujo de aire entre al motor en cantidades apropiadas. Por lo general, si tienes un vehículo automático como los marca Toyota, el TPS también responde por el control de las marchas.

- **Tipos de Sensor TPS**

Básicamente, existen dos tipos de Sensores de Posición del Acelerador con pocas diferencias entre sí. Uno de ellos, dispone de 3 terminales que incluyen uno de corriente de 5 voltios, uno de masa y un tercero de señal a la computadora. El segundo Sensor TPS cuenta con un terminal adicional que es para la función de marcha en mínimo. (Santander, 2003)

## CAPITULO III

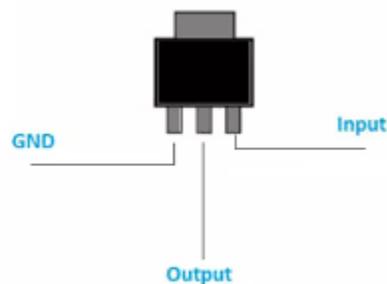
### COMPONENTES ELECTRÓNICOS

#### 3.1. Regulador de voltaje

El regulador de voltaje AMS 111750 es una serie de baja tensión de caída del reguladores que puede proporcionar hasta un amperio de salida y un voltaje de 3.3 voltios, cuenta con una versión ajustable en el chip, el ajuste de exposición, ajuste de la referencia de salida de voltaje dentro de un margen de más menos 2%, la limitación térmica del chip proporciona protección contra cualquier combinación de sobrecarga y temperatura ambiente, a continuación se presenta las características principales del regulador de voltaje AMS 111750: (Alcalá, 2016)

- voltaje de entrada 5v a 3.3v
- voltaje de salida 3.3v, 800 mAh
- tamaño de PCB 8.6mm x 12.3 mm
- corriente de salida 1A
- regulación de línea 0.2 % max
- regulación de carga 0.4% max
- paquete SOT-223
- reemplazo directo de la versión LM 1117

Ilustración 14. Regulador de voltaje



#### AMS1117 Pinout

Fuente: (Mandí, 2009)

### 3.2. Microcontrolador

El ESP32 es un microcontrolador de bajo costo y bajo consumo de energía con un microprocesador LX6 de 32 bits de doble núcleo en un chip con Wi-Fi y Bluetooth integrados. (Alcalá, 2016)

Procesadores:

Microprocesador (CPU) LX6 de 32 bits de doble núcleo (o núcleo único) de Xtensa, que funciona a 160 o 240 MHz y tiene un rendimiento de hasta 600 DMIPS

Coprocador de ultra baja potencia (ULP)

Memoria:

520 KiB SRAM

Conectividad inalámbrica:

Wi-Fi: 802.11 b / g / n

Bluetooth: v4.2 BR / EDR y BLE

Interfaces periféricas:

ADC SAR de 12 bits hasta 18 canales

DAC de 2 × 8 bits

10 × sensores táctiles ( GPIO de detección capacitiva)

4 × SPI

2 × interfaces I<sup>2</sup>S

2 × interfaces I<sup>2</sup>C

3 × UART

Controlador de host SD / SDIO / CE-ATA / MMC / eMMC

Controlador esclavo SDIO / SPI

Ethernet interfaz MAC con DMA dedicado y IEEE 1588 Precision Time Protocol apoyo

CAN bus 2.0

Mando a distancia por infrarrojos (TX / RX, hasta 8 canales)

Motor PWM

LED PWM (hasta 16 canales)



### 3.3. Optoacoplador

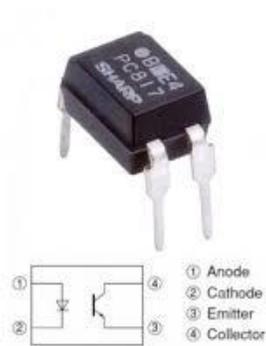
El optoacoplador PC817, también llamado optoaislador o aislador acoplado ópticamente, es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un DIODO LED que satura un componente optoelectrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. De este modo se combinan en un solo dispositivo semiconductor, un fotoemisor y un fotorreceptor cuya conexión entre ambos es óptica. Estos elementos se encuentran dentro de un encapsulado que por lo general es del tipo DIP. Se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.

Los optoacopladores son capaces de convertir una señal eléctrica en una señal luminosa modulada y volver a convertirla en una señal eléctrica. La gran ventaja de un optoacoplador reside en el aislamiento eléctrico que puede establecerse entre los circuitos de entrada y salida.

#### TIPOS

En general, los diferentes tipos de optoacopladores se distinguen por su diferente etapa de salida. Entre los principales cabe destacar el fototransistor, ya mencionado, el fototransistor y el fototriac de paso por cero. En este último, su etapa de salida es un triac de cruce por cero, que posee un circuito interno que conmuta al triac sólo en los cruces por cero de la fuente. (Tom, 2016)

Ilustración 16. Optoacoplador



Fuente: (Alcalá, 2016)

### 3.4. Driver

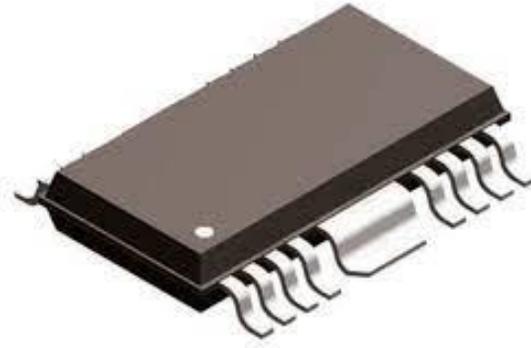
El TB6642FG/FTG es un controlador de motor de CC de puente completo con transistores de salida MOS. El proceso MOS de baja resistencia ON y el control PWM permiten impulsar motores de CC con alta eficiencia térmica.

Se pueden seleccionar cuatro modos de funcionamiento a través de IN1 e IN2: sentido horario (CW), sentido antihorario (CCW), freno corto y parada. (TOSHIBA, 2022)

Características:

- Tensión de alimentación: 50 V (máx.)
- Corriente de salida: 4,5 A (máx.)
- Control PWM directo
- Modos CW/CCW/Freno corto/Parada
- Circuito de apagado por sobrecorriente (ISD)
- Control de umbral de detección de sobrecorriente
- Control de tiempo de detección de sobrecorriente
- Circuito de apagado por sobrevoltaje (VSD)
- Circuito de apagado térmico (TSD)
- Circuito de bloqueo de bajo voltaje (UVLO)
- Tiempo muerto para evitar la corriente de disparo
- Liberación seleccionable de TSD, ISD

Ilustración 17. Driver



Fuente: (Alcalá, 2016)

### 3.5. Conmutador Analógico

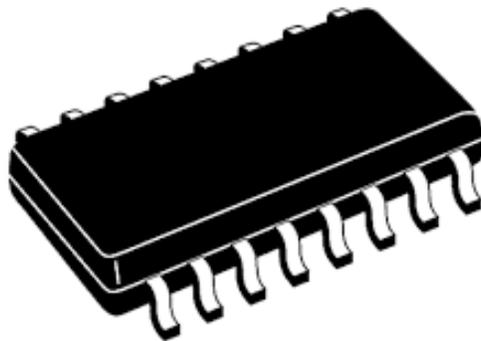
El 74HC4052; 74HCT4052 es un interruptor analógico doble de un solo polo y cuatro tiros (2x SP4T) adecuado para uso en aplicaciones de multiplexor/demultiplexor analógico o digital 4:1. Cada interruptor cuenta con cuatro entradas/salidas independientes ( $nY0$ ,  $nY1$ ,  $nY2$  y  $nY3$ ) y una entrada/salida común ( $nZ$ ). Un digital la entrada de habilitación (E) y dos entradas de selección digital ( $S0$  y  $S1$ ) son comunes a ambos interruptores. Cuando mi es ALTO, los interruptores están apagados. Las entradas incluyen diodos de abrazadera. Esto permite el uso de corriente resistencias limitadoras para interconectar entradas a voltajes superiores a VCC. (TOSHIBA, 2022)

Características:

- Amplio rango de voltaje de entrada analógica de -5 V a +5 V
- Disipación de baja potencia CMOS
- Alta inmunidad al ruido
- La perforación de enganche supera los 100 mA según JESD 78 Clase II Nivel B
- Baja resistencia ON:
  - 80  $\Omega$  (típico) en VCC - VEE = 4,5 V
  - 70  $\Omega$  (típico) en VCC - VEE = 6,0 V
  - 60  $\Omega$  (típico) en VCC - VEE = 9,0 V

- Traducción de nivel lógico: para permitir que la lógica de 5 V se comunique con señales analógicas de  $\pm 5$  V
- Típico 'romper antes de hacer' incorporado
- Cumple con los estándares JEDEC:
  - JESD8C (2,7 V a 3,6 V)
  - JESD7A (2,0 V a 6,0 V)
- Niveles de entrada:
  - Para 74HC4052: nivel CMOS
  - Para 74HCT4052: nivel TTL
- Protección ESD:
  - HBM JESD22-A114F supera los 2000 V
  - MM JESD22-A115-A supera los 200 V
  - CDM JESD22-C101E supera los 1000 V
- Especificado de  $-40$  °C a  $+85$  °C y de  $-40$  °C a  $+125$  °C

Ilustración 18. Conmutador Analógico



Fuente: (Alcalá, 2016)

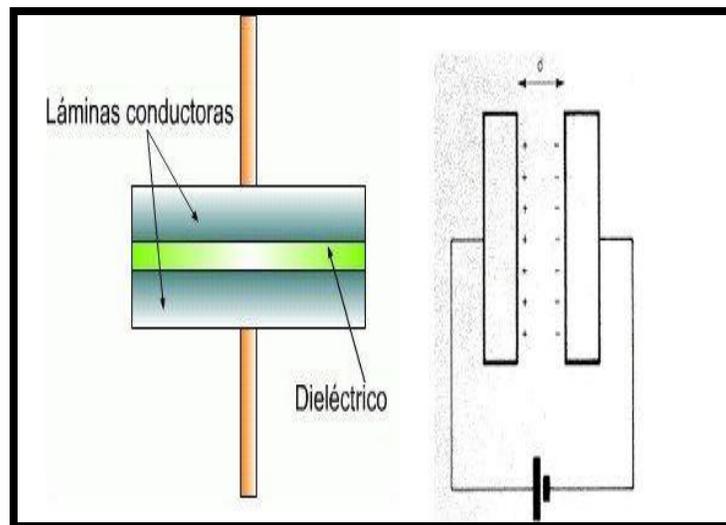
### 3.6. Elementos electrónicos

A continuación, se detalla los elementos electrónicos que han sido utilizados para efectos de este circuito:

- Condensador eléctrico

Un condensador es un componente eléctrico que almacena carga eléctrica en forma de diferencia de potencial para liberarla posteriormente. También se suele llamar capacitor eléctrico. Para almacenar la carga eléctrica, utiliza dos placas o superficies conductoras en forma de láminas separadas por un material dieléctrico (aislante). Estas placas son las que se cargarán eléctricamente cuando lo conectemos a una batería o a una fuente de tensión. Las placas se cargarán con la misma cantidad de carga ( $q$ ) pero con distintos signos (una + y la otra -). Una vez cargado ya tenemos entre las dos placas una d.d.p o tensión, y estará preparado para soltar esa carga cuando lo conectemos a un receptor de salida. (Parera, 1991)

Ilustración 19. Condensador



Fuente: (Oliver, 2011)

#### Condensador de cerámica

Son capacitores en donde las inductancias parásitas y las pérdidas son casi nulas. La constante dieléctrica de estos elementos es muy alta (de 1000 a 10,000 veces la del aire)

Algunos tipos de cerámica permiten una alta permisividad y se alcanza altos valores de capacitancia en tamaños pequeños, pero tienen el inconveniente que son muy sensibles a la temperatura y a las variaciones de voltaje. Hay otros tipos de cerámica que tienen un valor de permisividad menor, pero que su sensibilidad a la temperatura, voltaje y el tiempo es despreciable. Estos capacitores tienen un tamaño mayor que los otros de cerámica. Se fabrican en valores de fracciones de pico Faradios (pF) hasta nano Faradios (nF).

#### Condensador electrolítico

Láminas de plástico y láminas intercaladas, estos tipos de capacitores son generalmente más grandes que las láminas metalizadas, pero tienen una capacidad estable y mejor aislamiento. Lámina metalizada depositada directamente en la lámina de plástico, estos capacitores tienen la cualidad de protegerse a sí mismos contra sobre voltaje, cuando esto ocurre aparece un arco de corriente que evapora el metal eliminando el defecto.

- Resistencia

Una resistencia también llamada resistor es un elemento que causa oposición al paso de la corriente, provocando que en sus terminales aparezca una diferencia de tensión (un voltaje). La máxima cantidad de corriente que puede pasar por una resistencia, depende del tamaño de su cuerpo. Los valores de potencia comunes de las resistencias son: 1/4, 1/2, 1 watt, aunque hay de valores mayores. Las resistencias se representan con la letra R y el valor de éstas se mide en Ohmios ( $\Omega$ ). Las resistencias o resistores son fabricadas principalmente de carbón y se presentan en una amplia variedad de valores. Hay resistencias con valores de Ohmios ( $\Omega$ ), Kiloohmios ( $K\Omega$ ), Megaohmios ( $M\Omega$ ). Estas dos últimas unidades se utilizan para representar resistencias muy grandes. A continuación, se puede ver algunas equivalencias entre ellas:

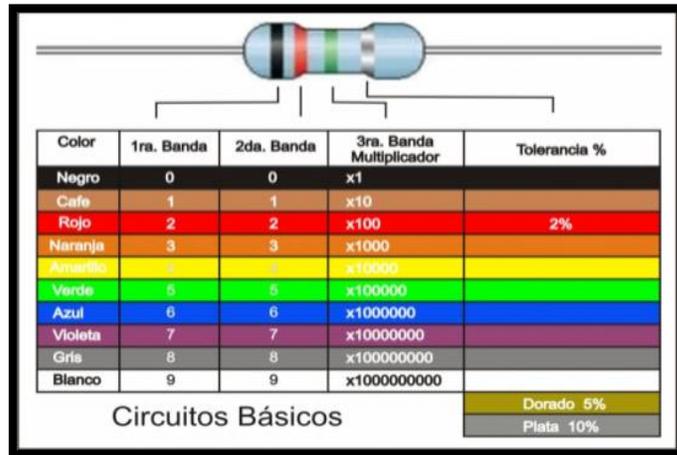
$$1 \text{ Kiloohmio (K}\Omega\text{)} = 1,000 \text{ Ohmios (}\Omega\text{)}$$

$$1 \text{ Megaohmio (M}\Omega\text{)} = 1,000,000 \text{ Ohmios (}\Omega\text{)}$$

$$1 \text{ Megaohmio (M}\Omega\text{)} = 1,000 \text{ Kiloohmios (K}\Omega\text{)}$$

Para poder saber el valor de las resistencias sin tener que medirlas, existe un código de colores de la resistencia que nos ayuda a obtener con facilidad este valor con sólo verlas. Para obtener la resistencia de cualquier elemento de un material específico, es necesario conocer algunos datos propios de éste, como son: su longitud, área transversal, resistencia específica o resistividad del material con que está fabricada. (Vázquez, 2015)

Ilustración 20. Resistencia



Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
				Dorado 5%
				Plata 10%

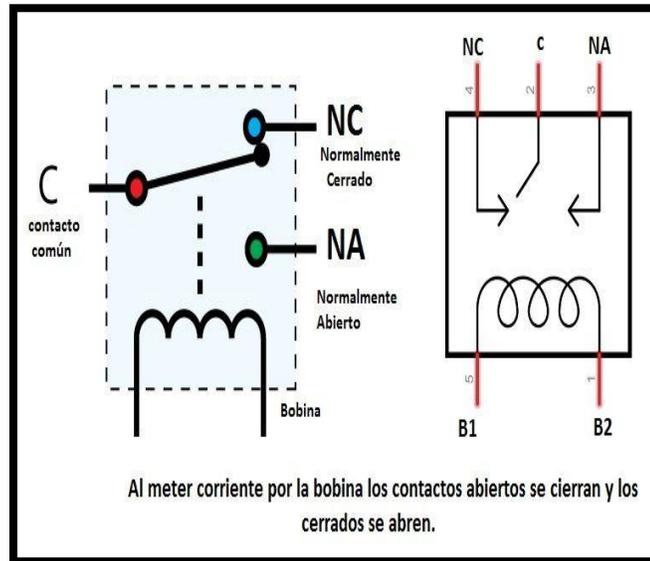
Circuitos Básicos

Fuente: (Tecnológica, 2020)

- Relé

Es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abrir y cerrar el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente. El relé permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán, por eso también se llaman relés electromagnéticos o relevador. Cuando metemos corriente por la bobina, esta crea un campo magnético creando un electroimán que atrae los contactos haciéndolos cambiar de posición, el que estaba abierto se cierra y el que estaba normalmente cerrado se abre. El contacto que se mueve es el que hace que cambien de posición los otros dos. Como habrá un circuito que activa la bobina, llamado de control, y otro que será el circuito que activa los elementos de salida a través de los contactos, llamado circuito secundario o de fuerza. (Mandí, 2009)

Ilustración 21. Conexión interna de relés



Fuente: (Tom, 2016)

- Interruptores

Un pulsador es un interruptor o switch cuya función es permitir o interrumpir el paso de la corriente eléctrica de manera momentánea, a diferencia de un switch común, un pulsador solo realiza su trabajo mientras lo tenga presionado, es decir sin enclavamiento. Existen pulsadores NC (NC) y NA (NO), es decir normalmente cerrados y normalmente abiertos. Los interruptores eléctricos, son dispositivos que sirven para desviar u obstaculizar el flujo de corriente eléctrica.

Ilustración 22. Interruptores



Fuente: (Morgans, 2020)

- Diodo

Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido, bloqueando el paso si la corriente circula en sentido contrario, no solo sirve para la circulación de corriente eléctrica, sino que este la controla y resiste.

Ilustración 23. Diodo



Fuente: (Alcalá, 2016)

- Bocina

Los micro zumbadores magnéticos y piezoeléctricos de CUI Devices están alojados en paquetes compactos de montaje en superficie tan pequeños como 3,2 mm x 3,2 mm. Los zumbadores cuentan con un perfil tan bajo como 1,9 mm y son compatibles con soldadura por reflujo. Estos microzumbadores de transductor magnético y piezoeléctrico son accionados externamente y ofrecen niveles de presión de sonido de 65 dB a 105 dB a 10 cm. Los micro zumbadores magnéticos y piezoeléctricos de CUI Devices son ideales para una variedad de aplicaciones de equipos portátiles.

Ilustración 24. Bocina



Fuente: (Alcalá, 2016)

- Motor

Los elevadores eléctricos funcionan gracias a un interruptor en la puerta del vehículo. Este permite que el vidrio se mueva hacia arriba o abajo de manera precisa. Al momento de activar el interruptor, el motor guía un engrane de tornillo unido a un brazo que sostiene el soporte del vidrio. Cuando los elevadores no funcionan adecuadamente no solo estás pasando por una situación incómoda, sino que estás corriendo un riesgo. La ventana permite que puedas asegurar el vehículo o salir de él en caso de una emergencia, como podría ser una colisión. Si la ventana no está funcionando, no podrás realizar estas acciones.

Ilustración 25. Motor eléctrico eleva vidrio



Fuente: (Alcalá, 2016)

## CAPÍTULO IV

### MATERIALES Y METODOS

#### 4.1. Estudios cuantitativos en el Ecuador

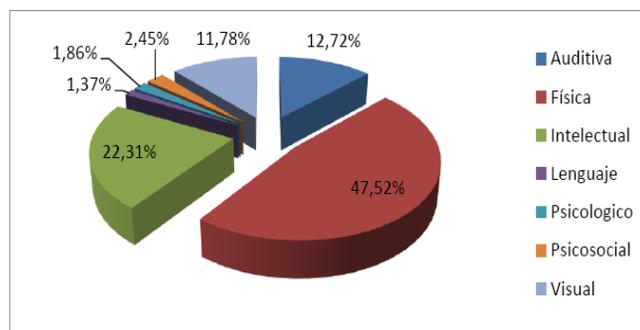
En el Ecuador existen 408.026 personas con discapacidad registradas en el Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS), en cuanto se han implementado algunas políticas sociales nuevas con reconocidos derechos y elaborados planes con normativas, generando estudios cuantitativos por:

- Provincia
- Tipo de discapacidad
- Grado de discapacidad
- Genero
- Edad

##### 4.1.1. Estadísticas

En este punto se verifica las estadísticas que es necesario para el estudio del proyecto como son datos de provincia, tipo de discapacidades, edad, etc. Las discapacidades son restricciones en la capacidad de realizar una actividad, bajo parámetros normales de una persona, en el Ecuador según las estadísticas del CONADIS los tipos de mayor porcentaje son con el 47.52% de toda la población ecuatoriana sufren de discapacidades físicas seguidas con el 22.31% con discapacidades intelectuales y con el 12.72% con discapacidades auditivas así se determina que existe más deficiencias físicas dando un significado más a este estudio.

Ilustración 26. Tipo de discapacidad actual en el Ecuador

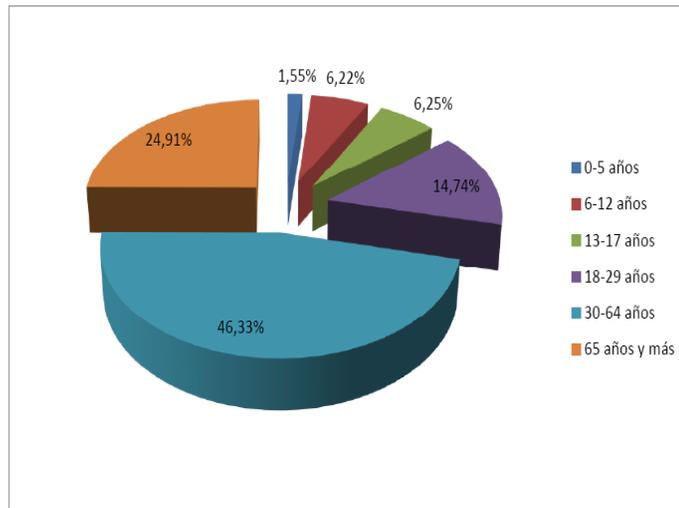


Fuente: (Conadis, CONSEJO NACIONAL PARA LA IGUALDAD DE DISCAPACIDADES, 2022)

#### 4.1.2. Discapacidades por edad en el Ecuador

La mayor parte de personas discapacitadas son de 30 a 64 años en el Ecuador con un 46.33% seguido por personas que tienen más de 64 años con un porcentaje de 24.91% y lo que se trata de la población activa de 18 a 29 años con un porcentaje de 14.74%. Siendo un porcentaje de 6.25 de menores de 13 a 17 años, comprobando que la mayor parte de personas discapacitadas están en la posibilidad de adquirir un vehículo por edad.

Ilustración 27. Discapacidad por edad



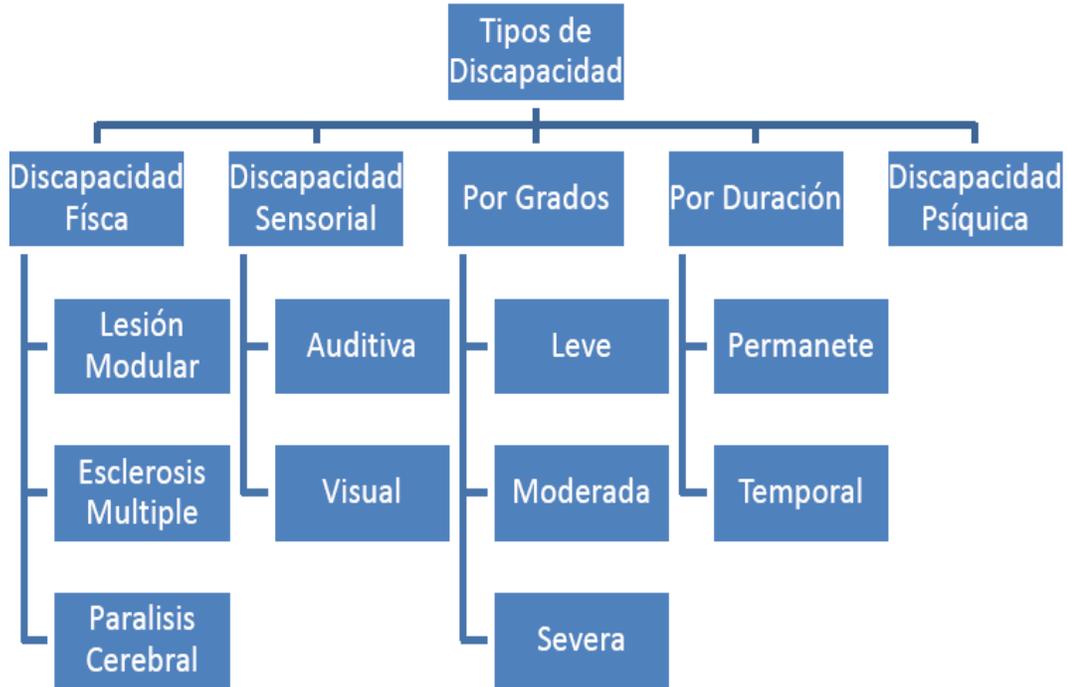
Fuente: (Conadis, CONSEJO NACIONAL PARA LA IGUALDAD DE DISCAPACIDADES, 2022)

## 4.2. Discapacidades

### 4.2.1. Tipos de Discapacidades y sus características

Según el CONADIS 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.

Ilustración 28. Tipos de Discapacidad

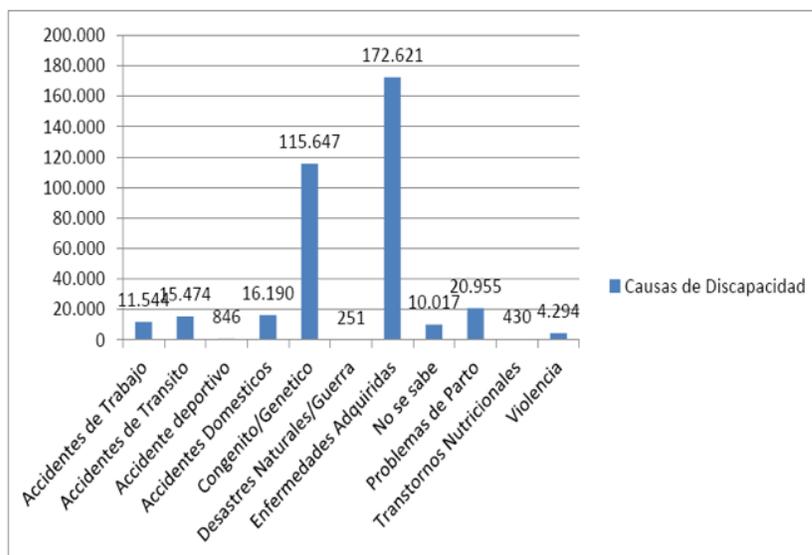


Fuente: (Conadis, CONSEJO NACIONAL PARA LA IGUALDAD DE DISCAPACIDADES, 2022)

#### 4.2.2. Discapacidad motriz

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. 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. Entre las principales causas de discapacidades físicas en el Ecuador según el (CONADIS) se encuentran:

Ilustración 29. Causas de discapacidad en el Ecuador



Fuente: (Conadis, Consejo nacional para la igualdad, 2022)

### 4.3. Movilidad y transporte de personas discapacitadas

En la actualidad en el Ecuador existen varios proyectos que buscan el buen vivir de los miles de discapacitados, la mayoría van dirigidos a todos en forma general y con sus diversos aspectos de su vida como es en lo social, económico, familiar, educación y salud. Pero no se enfocan en solucionar su movilidad de un lugar a otro ya sea transportándose por su cuenta o con algún familiar a cargo de su persona. Esto ha mejorado notablemente las condiciones de muchas personas, pues facilitan su vida para ir a trabajar, estudiar, viajar entre otros aspectos.

Existen algunas leyes que ayudan al acceso de un vehículo para estas personas un déficit de movilidad. Las habilidades de autonomía personal incluyen todos los comportamientos relacionados con el autocuidado, el aseo, la alimentación, el vestido, la higiene, la apariencia física, el realizar tareas del hogar, hacer recados, desplazamientos, etc. Estas habilidades hacen posible que la persona se pueda desenvolver de forma independiente tanto en el cuidado personal como en las acciones cotidianas de la vida diaria. Uno de los agentes socializadores más importantes en la vida de un sujeto es sin

duda la familia. La acción socializadora de la familia se va a extender a lo largo de un periodo muy considerable de la vida humana, no siendo suplantada sino complementada por la acción de otros agentes socializadores. La familia constituye el primer subsistema social donde observar y practicar roles, ofreciendo modelos en un contexto de seguridad y en los que confluyen elementos diferenciadores y, a la vez, sirve de molde de las relaciones sociales que se ofrecen en ámbitos más amplios. (Perez & Reyes, 2014) Dependiendo del porcentaje de discapacidad, se puede acceder a ciertos beneficios tributarios que le expondremos a continuación. Los beneficios tributarios únicamente se aplicarán para aquellas personas cuya discapacidad sea igual o superior al cuarenta por ciento (30%), de conformidad con el Reglamento a la Ley Orgánica de Discapacidades que dictó el Presidente de la República.

Tabla 2. Beneficios de aplicación en pago de impuestos según el grado de discapacidad.

Porcentaje	Exoneración
Del 30% al 49%	60%
Del 40% al 49%	60%
Del 50% al 74%	70%
Del 75% al 85%	80%
Del 85% al 100%	100%

Fuente: (Conadis, Consejo nacional para la igualdad, 2022)

El porcentaje de discapacidad en lo que se trata de vehículos se debe obtener un carnet de discapitados y la licencia de conducir tipo F, realizándose exámenes médicos, demostrar capacidad económica, en este punto de economía muchas personas no pueden realizar compras e importaciones de vehículos. Según el CONADIS el trámite actualmente dura cerca de dos meses e incluyen la obtención de varios documentos y certificaciones, cuyos procesamientos siempre se modifican y actualizan para mejorar los beneficios a las personas discapacitadas. Para miles de personas registradas en el Consejo Nacional de

Discapacidades (CONADIS) las leyes garantizan el acceso de importaciones de vehículos ortopédicos o automáticos de hasta 25.000 dólares y tres años de antigüedad con exoneración de impuestos. (Conadis, Consejo nacional para la igualdad, 2022)

## CAPITULO V

### DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PROGRAMACIÓN

Se toma un molde del espacio disponible en la parte inferior del habitáculo al lado izquierdo, en el vehículo de marca TOYOTA tipo SUV con transmisión automática, al mismo que se va a realizar la adaptación del pedal de acelerador del mismo lado. Posteriormente se realiza la elaboración de una tarjeta electrónica, diseñado para comandar a un motor eléctrico de 12v DC y completar un circuito electrónico de interface que será instalado paralelamente al sistema de pedal original.

#### 5.1. Elaboración

##### 5.1.1. Prototipo de base de pedal

Se usa una Pletina que son placas de metal planas u hojas rectangulares de acero u otros metales presentes en la industria siderúrgica, de manufactura o fabricación, particularmente en el mercado de perfiles. Para que dicho sistema cumpla con características físicas y de fijación, siendo seguro para su posterior montaje de los demás elementos que compone el diseño del pedal adaptado al lado izquierdo. De acuerdo a la forma del espacio disponible en la parte superior izquierda de los pedales originales del freno y acelerador, que se ubica debajo del habitáculo en el vehículo.

Ilustración 30. Placas metálicas



Fuente: (Integrantes, 2022)

### 5.1.2. Montaje de motor 12v DC

Se usa un motor de 12 v de corriente continua con movimiento rotativo, operado en base a los principios de la inducción, que al ser alimentado por una corriente continua, internamente se formará un campo magnético, este ejercerá una fuerza mecánica dada como movimiento circular del eje, de acuerdo a la polaridad de alimentación eléctrica, el rotor girará de manera horario o anti horario. Caracterizado por mantener una velocidad constante (sin carga o resistencia) de 85 rpm, con un par de 30 kg.cm. Al cual se ha montado un piñón de poliuretano y una pletina de sujeción.

Ilustración 31. Motor eleva vidrio



Fuente: (Integrantes, 2022)

### 5.1.3. Instalación del sistema de palancas

Se coloca un eje, es decir, un dispositivo capaz de modificar o generar una fuerza y transmitir un desplazamiento. Está compuesta por una barra rígida de un material medianamente resistente (hierro galvanizado), que gira libremente sobre un punto de apoyo denominado fulcro, para el caso un piñón de poliuretano, obteniendo la fuerza mecánica aplicada sobre un objeto, que hará incrementar su velocidad o distancia que recorre, a través de la aplicación de una cantidad proporcionalmente menor de fuerza. Posteriormente colocamos una pletina de sujeción para poder obtener el punto de apoyo, que ayudará a transmitir la fuerza de palanca hacia la base del pedal la misma que mantendrá un movimiento angular de 90 °.

Ilustración 32. Palancas

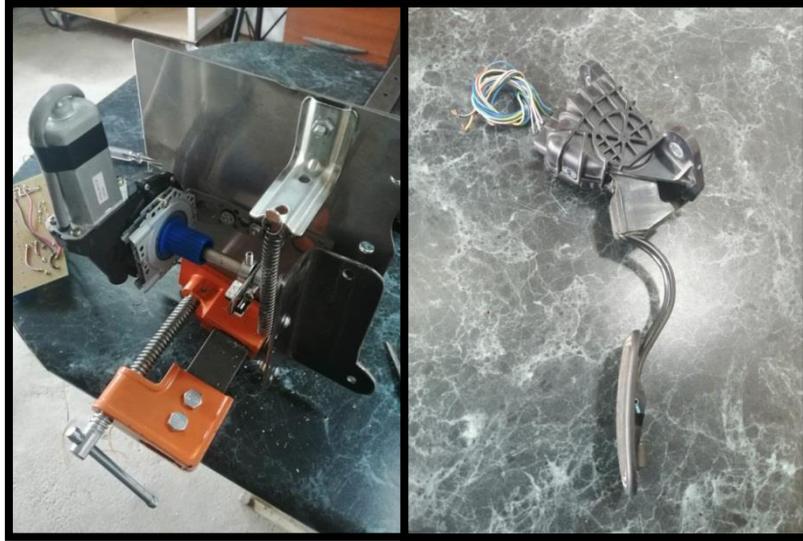


Fuente: (Integrantes, 2022)

#### **5.1.4. Colocación del pedal de acelerador izquierdo**

Se realiza la instalación de una pletina como base de forma angular de  $90^\circ$  de 7cm de diámetro, esta fue realizada con base en forma del pedal adaptado, donde irá empotrado el pedal de acelerador izquierdo con pernos de sujeción de 8 mm. A su vez se acopla un resorte como anclaje al conjunto del pedal, este tendrá la función de mantener al pedal en la posición de reposo cuando no es utilizado, es decir, almacenando la energía que será desprendida sin sufrir deformaciones a las fuerzas de tensión al que este se encuentra sometido, esta se tensionará al momento de accionar el mecanismo, colaborando con la estabilidad del mecanismo en su punto de apoyo.

Ilustración 33. Pedal Izquierdo



Fuente: (Integrantes, 2022)

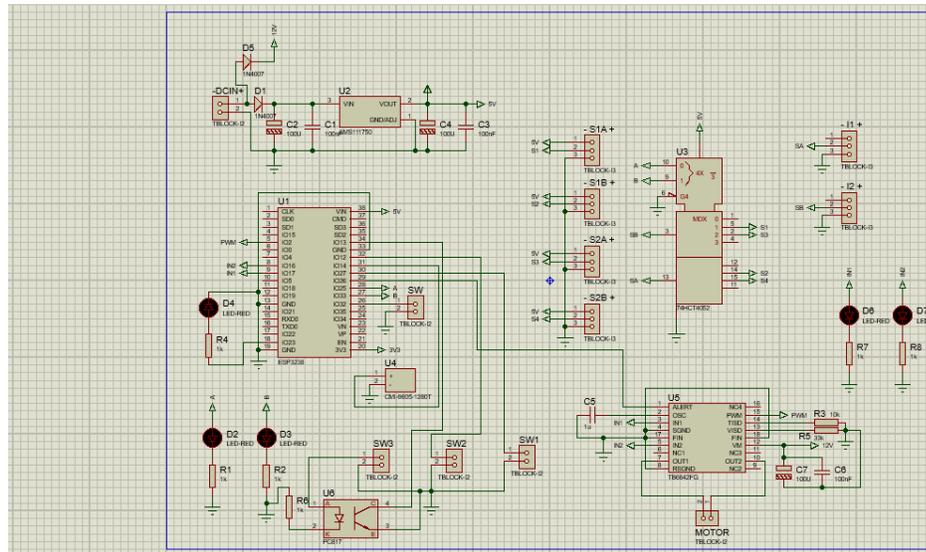
## 5.2. Diseño

### 5.2.1. Circuito electrónico

Tomando en consideración la funcionalidad que queremos darle al pedal de aceleración adaptado al lado izquierdo, en primera instancia, se ha diseñado el circuito electrónico que configura la conexión de todos los elementos que intervienen en la instalación de este sistema.

Para lo cual hemos usado la ayuda técnica del programa de diseño electrónico "PROTEUS", obteniendo como resultado el circuito detallado a continuación:

Ilustración 34. Circuito Electrónico



Fuente: (Integrantes, 2022)

### 5.2.2. Circuito de activación primaria o de seguridad

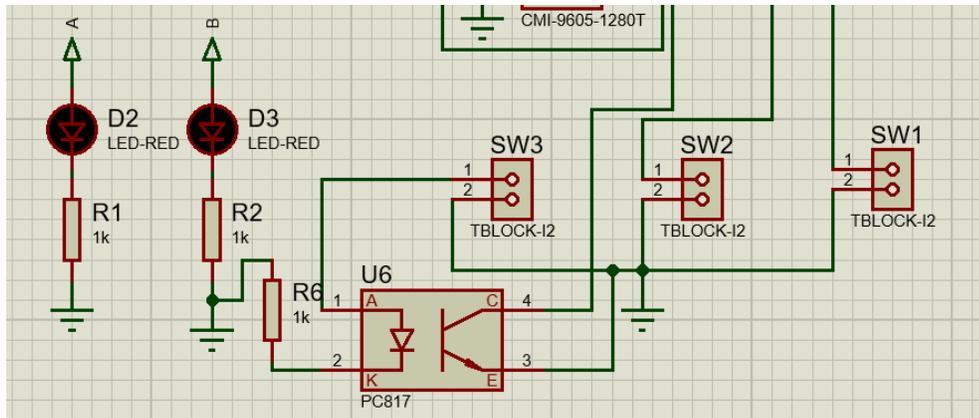
Mediante un relé electromecánico de 12v 10 amperios se realiza las siguientes conexiones en el circuito primario, se alimenta por negativo de corriente a la entrada del terminal 30 del relé, el terminal 85 del relé es alimentado de corriente proveniente del swich de encendido (salida 15), mientras que el terminal 86 del relé se encuentra conectado directamente a negativo (masa 31). En el electro interruptor del relé entre el terminal 30 y el 87 A el circuito normalmente se encuentra cerrado, por lo que la masa o negativo es constante hacia el interruptor principal de accionamiento del sistema de pedal izquierdo. Logrando que cuando el swich de encendido está en reposo se pueda accionar el interruptor dando paso al funcionamiento del pedal.

Por lo que en virtud de la seguridad del sistema de pedal adaptado al lado izquierdo se conecta en el terminal 87 del relé la corriente continua que proviene del terminal 15 del swich de encendido del vehículo, lo que provoca que el relé se magnetice deshabilitando el circuito del terminal 30 que se encuentra normalmente cerrado, interrumpiendo el paso de corriente al interruptor principal de accionamiento del sistema de pedal izquierdo. En

consecuencia, se activará un indicador (testigo Led) de funcionamiento del circuito a través del terminal 87 del relé.

Mientras que el circuito de seguridad se encuentra conformado por un optoacoplador mismo que recibe una corriente de 12v, que proviene del switch de encendido del vehículo denominada como corriente 15 o ING, este funciona internamente mediante el encendido de un diodo el cual activa o desactiva al transistor para que permita el paso de la corriente regulada de 3.3v al microcontrolador, logrando apagarlo o encenderlo.

Ilustración 35. Circuito de activación

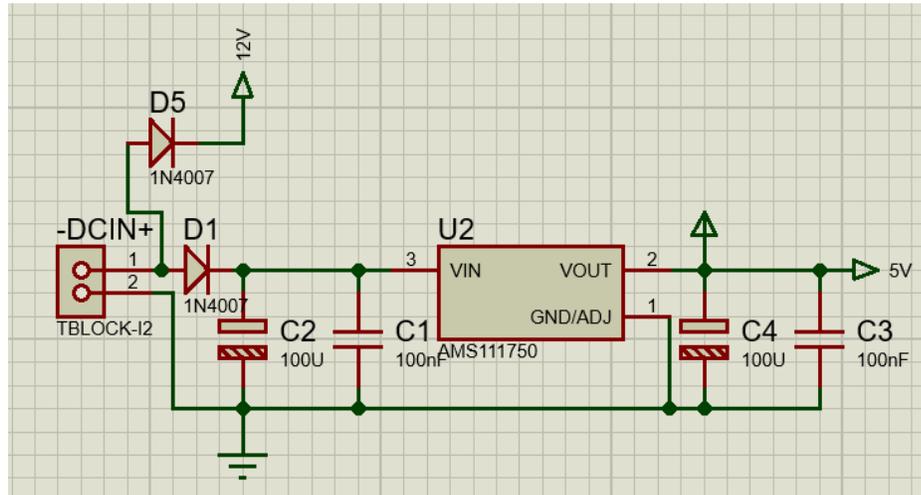


Fuente: (Integrantes, 2022)

### 5.2.3. Circuito de regulación de voltaje.

Se encuentra configurado por componentes como un diodo D1 y un diodo D5 de 30 A que fungen como protección, el diodo de D5 es el que protege al circuito del motor y el diodo D1 protege a la electrónica del regulador, este se conecta a unos capacitores de desacople de entrada que son C1 de 100mU y C2 de 100mU, y dos capacitores de desacople de salida que son C3 de 100mU y C4 de 100mU, los cuales tiene como finalidad de eliminar la baja frecuencia, en el caso de los electrolíticos y eliminar la alta frecuencia, en el caso de los cerámico, estos a su vez controlaran la oscilación a la salida, estas cantidades son proporcionadas el fabricante del regulador, una vez que la corriente ha sido regulada a 5v alimentará al microprocesador y al conmutador analógico.

Ilustración 36. Circuito regulación de voltaje



Fuente: (Integrantes, 2022)

#### 5.2.4. Circuito de desplazamiento del pedal adaptado.

Mediante un motor eléctrico de 12 v que está dotado con un dispositivo de sobre cargas, normalmente empleado en un sistema eléctrico de eleva vidrios que realiza el desplazamiento del pedal adaptado al lado izquierdo de la siguiente manera:

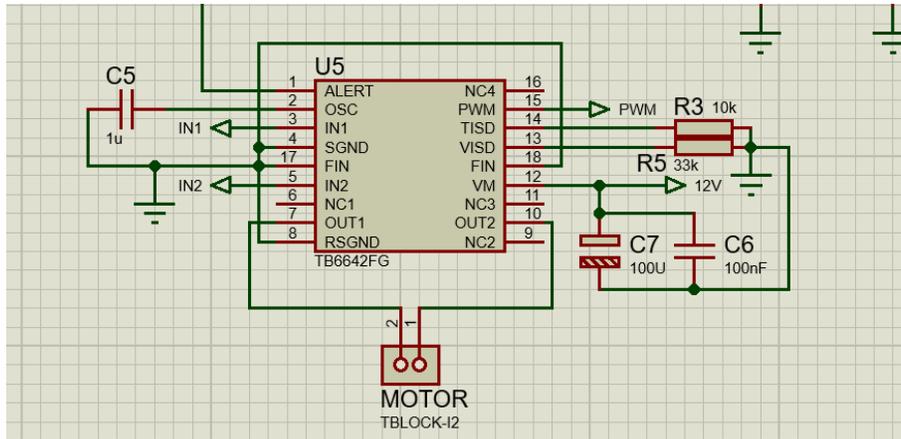
Utilizando un Driver que esta alimentado de 12v que provienen del circuito de regulación de voltaje desde el diodo D5 a la entrada VM terminal No. 12, este circuito se constituye conforme recomendación del fabricante por un capacitor C5 de 1uf al terminal No.2 DSC, un capacitor de C7 electrolítico de 100Uf, un capacitor C6 cerámico de 100 nF conectado en paralelo al terminal No. 12 VM y una resistencia R3 de 10k ohm al terminal 14 TISD, más una resistencia R5 de 20 k ohm al terminal 13 VISD.

Logrando manejar el motor para el cambio de giro en un rango de 50v 4.5A como máximo, regulando la polaridad mediante IN1 o entrada uno (comandado por el microcontrolador orden ARRIBA), IN2 o entrada dos (comandado por el microcontrolador orden ABAJO) y el PWM, este último será el que mediante el regulador interno module la velocidad de rotación del motor que al ingresar 12v los transforma a una onda digital de 127 pulsaciones o igual a 6v para el caso de IN1 (ARRIBA) y una onda digital de 80 pulsaciones o igual a 3v

para el caso de IN2 (ABAJO), conforme lo comandado por el microcontrolador a la salida 5 IO2.

En consecuencia, podrá el pedal adaptado quedar en posición 1 o arriba (pedal desactivado) o posición 2 o abajo (pedal activado).

Ilustración 37. Circuito de desplazamiento



Fuente: (Integrantes, 2022)

### 5.2.5. Circuito de Interface.

Con la aplicación de un conmutador analógico y el uso de swich electrónicos que va a entrar hacia una señal común que sería entrada de señal 1 y señal de entrada 2 desde la ECM del vehículo realizara el intercambio de pedales de la siguiente manera:

Este circuito integrado se encuentra alimentado de 5v que provienen del circuito de regulación de voltaje desde la salida de corriente regulada para el circuito, a la entrada VCC, terminal No.16 del conmutador y cerrando el circuito con negativo en la entrada GND, terminal No. 8 de este.

Internamente el multiplexor está conformado por dos grupos de compuertas analógicas que cada interruptor cuenta con 2 entradas y 1 salida, los cuales se encuentran conectadas, de acuerdo al siguiente detalle:

La señal S1 proviene del pedal original desde su sensor hall 1 como señal S1A entra al conmutador analógico conectándose al pin 5 (2Y1) y sale como señal SA por el pin 3 (2Z) del conmutador analógico, hacia la ECM del vehículo.

La señal S2 proviene del pedal original desde su sensor hall 2 como señal S1B entra al conmutador analógico conectándose al pin 14 (1Y1) y sale como señal SB por el pin 13 (1Z) del conmutador analógico, hacia la ECM del vehículo.

La señal S3 proviene del pedal adaptado desde su sensor hall 1 como señal S2A entra al conmutador analógico conectándose al pin 2 (1Y2) y sale como señal SA por el pin 3 (2Z) del conmutador analógico, hacia la ECM del vehículo.

La señal S4 proviene del pedal adaptado desde su sensor hall 2 como señal S2B entra al conmutador analógico conectándose al pin 15 (1Y2) y sale como señal SB por el pin 13 (1Z) del conmutador analógico, hacia la ECM del vehículo.

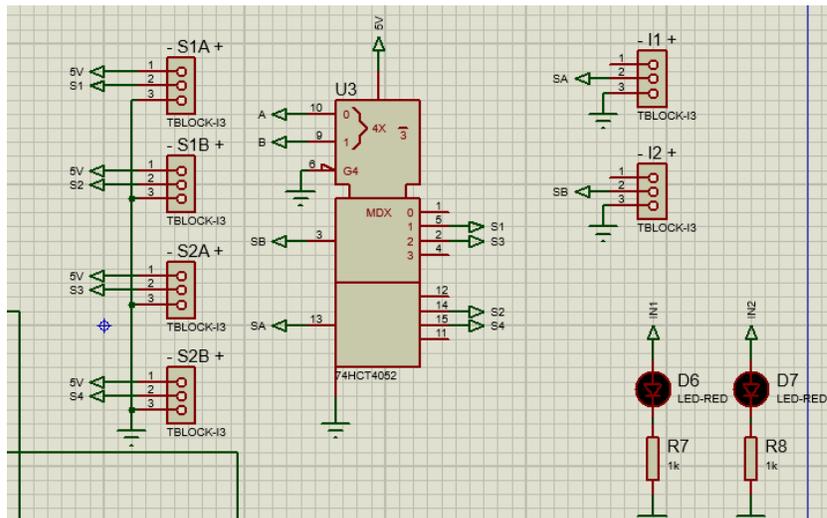
El comando enviado por el microcontrolador desde su salida IO25 o pin 28 denominándose como orden A, entrando al conmutador analógico por el pin 10 u orden A0. Mientras que el comando enviado por el microcontrolador desde su salida IO33 o pin 27 denominándose como orden B, entrando al conmutador analógico por el pin 9 u orden B1.

Configurándose de tal forma que, el comando 1 o A0 enviado por el microcontrolador desde su salida IO25 o pin 28 denominada orden A, llega al conmutador analógico por el pin 10 u orden A0, esta a su vez es receptada por el convertidor analógico ordenando que cierre el circuito entre a señal S1 proviene del pedal original desde su sensor hall 1 como señal S1A y la señal SA a través de su pin 5 (2Y1) y sale como señal SA por el pin 3 (2Z) del conmutador analógico, hacia la ECM del vehículo. Mientras que paralelamente ordena que cierre el circuito entre a señal S2 proviene del pedal original desde su sensor hall 2 como señal S1B y la señal SB a través de su pin 14 (1Y1) y sale como señal SB por el pin 13 (1Z) del conmutador analógico, hacia la ECM del vehículo.

El comando 2 o B1 enviado por el microcontrolador desde su salida IO33 o pin 27 denominada orden B, llega al conmutador analógico por el pin 9 u orden B1, esta a su vez es receptada por el convertidor analógico ordenando que cierre el circuito entre a señal S3 que

proviene del pedal adaptado desde su sensor hall 1 como señal S2A y la señal SA a través de su pin 2 (2Y2) y sale como señal SA por el pin 3 (2Z) del conmutador analógico, hacia la ECM del vehículo. Mientras que paralelamente ordena que cierre el circuito entre a señal S4 proviene del pedal adaptado desde su sensor hall 2 como señal S2B y la señal SB a través de su pin 15 (1Y2) y sale como señal SB por el pin 13 (1Z) del conmutador analógico, hacia la ECM del vehículo.

Ilustración 38. Circuito de Interfaz



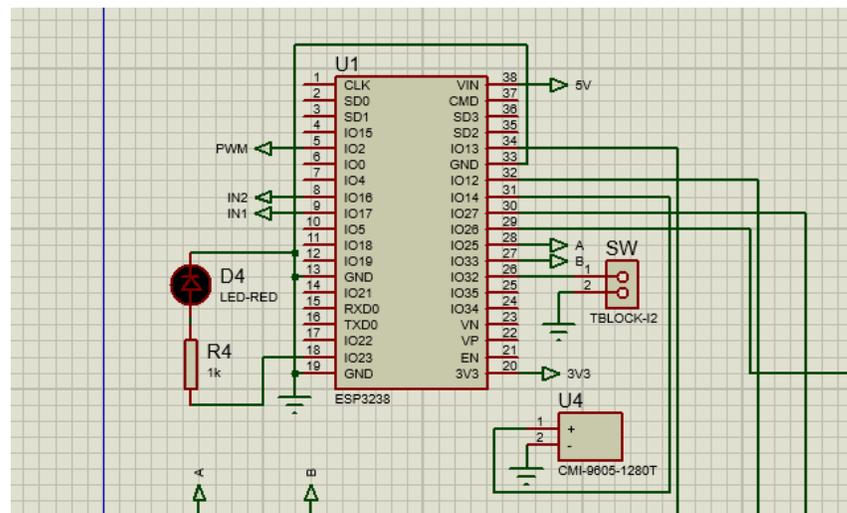
Fuente: (Integrantes, 2022)

### 5.2.6. Microcontrolador

El microcontrolador para efecto de este circuito se encuentra alimentado de 5v que provienen del circuito de regulación de voltaje entrando al micro por el pin 38 o VIN, mientras que negativo entran por el pin 33, pin 19, pin 13 o GND. Entonces se tiene la salida de señal de PWM desde el pin 5 o IO2 del microcontrolador que conecta al circuito del Driver en su terminal 15 PWM; se tiene la salida de una señal IN1 desde el pin 9 o IO17 del microcontrolador que conecta al circuito del Driver en su terminal 3 IN1; se tiene la salida de una señal IN2 desde el pin 8 o IO16 del microcontrolador que conecta al circuito del Driver en su terminal 5 IN2; regulando la polaridad mediante IN1 o entrada uno (comandado orden ARRIBA), IN2 o entrada dos (comandado orden ABAJO); se tiene una conexión de un led

testigo de color verde desde el pin 12 o IO19, conectado en serie con una resistencia de 1k desde el pin 18 o IO23 y cerrando este circuito con negativo del pin 19 o GND indicando que el microcontrolador está funcionando; se tiene una entrada de voltaje de 3.3 v al pin 34 o IO13 que proviene del optoacoplador como corriente regulada logrando bloquear el accionamiento del swich 1 y el swich 2; se tiene una entrada de señal negativa en el pin 32 o IO12 que proviene del swich 2 del optoacoplador indicando la orden de ARRIBA; se tiene una entrada de señal negativa en el pin 30 o IO27 que proviene del swich 1 del optoacoplador indicando la orden de ABAJO; se tiene una señal de salida positiva U4 desde el pin 31 o IO14, cerrando el circuito con negativo para la activación comandada de una bocina; se tiene una entrada de señal ALERT en el pin 29 o IO26, que proviene desde el Driver de su pin 1, para detección de errores; se tiene una salida de señal A desde el pin 28 o IO25, enviando una señal digital al conmutador analógico a su pin 10 o función A0, para comandar la interface de pedales; se tiene una salida de señal B desde el pin 27 o IO33, enviando una señal digital al conmutador analógico a su pin 9 o función B1, para comandar la interface de pedales.

Ilustración 39. Circuito Microcontrolador



Fuente: (Integrantes, 2022)

### **5.3. Elaboración de tarjeta electrónica**

Aplicando el conocimiento de la electrónica y sus principios básicos combinado con la funcionalidad de los diferentes elementos electrónicos automotrices anteriormente descritos, se empieza construyendo sobre una placa de fibra de vidrio con cobre la estructura que será necesaria para lograr dar funcionalidad a los diferentes elementos mecánicos previamente diseñado de acuerdo al objetivo planteado.

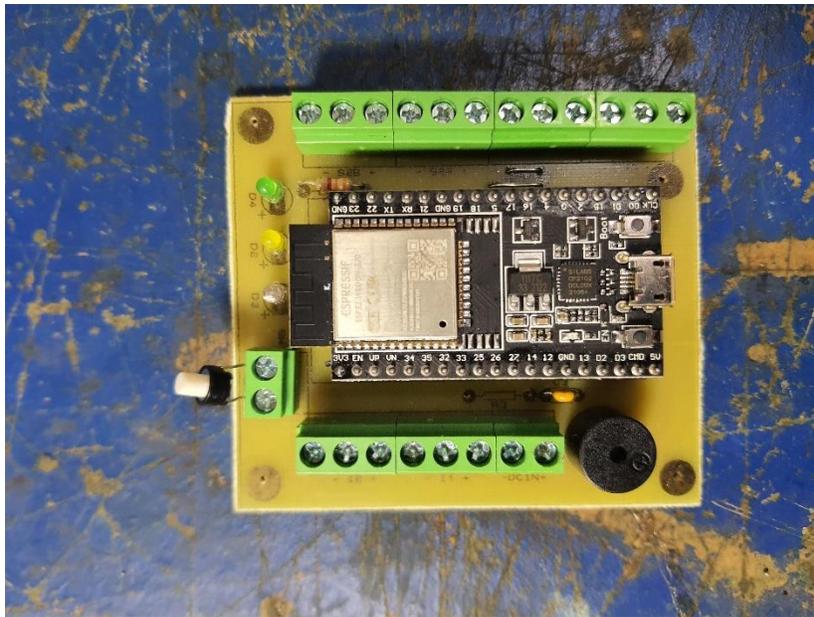
Se empieza soldando el circuito que servirá para la regulación del voltaje, que será entregada al motor, para lo cual se coloca un regulador de voltaje AMS111750 alimentado de corriente directa de 12v, paralelamente se coloca dos condensadores de 100 uf con una resistencia de 10 ohm a la entrada del regulador en placa de fibra de vidrio con cobre, mediante dos cables se conecta hacia el terminal de referencia del regulador y dejando hacia la salida del regulador dos condensadores de 10 uf sobre la misma línea de la tarjeta, dejaremos también soldado por la parte posterior de la placa una línea de masa que servirá para conexión de todo los elementos y los 4 condensadores de entrada y salida.

A continuación se instala el circuito del motor que servirá para desplazar el pedal adaptado en dos posiciones una hacia arriba para guardarlo y otra hacia abajo para la activación, se coloca sobre la placa el driver de forma paralela soldando por la parte posterior sus terminales 8 GND a una línea de masa o negativo, para su terminal 12 VM se deja un cable hacia 12v, para su terminal 1 ALERT soldamos por la parte posterior de la tarjeta una conexión hacia los terminales 29 del microcontrolador, para los terminales 2 y 17 se suelda un capacitor de 5 uf y una señal de masa, en los terminales 15 se suelda el PWM, por la parte posterior hacia una bornera que servirá para conectar a ambos polos del motor. Finalmente soldamos los terminales 12, 13 Y 14 el circuito de regulación de voltaje que alimentará de corriente regulada de 3v que va al motor.

Posteriormente se instala el circuito de interface que servirá para lograr el cambio de pedales del original pedal 1 al adaptado pedal 2, para lo cual se suelda el conmutador analógico, a continuación se suelda por la parte posterior de la tarjeta los coloca una bornera de 6 contactos en la cual por la parte posterior se suelda dichos terminales mediante cableado siendo conectados dejando así el espacio para la conexión que vendrá

de los 6 cables de señal de la ECM, a continuación para los demás terminales se coloca una bornera de 6 contactos en la cual por la parte posterior se suelda dichos terminales mediante cableado siendo conectados dejando así el espacio para la conexión que vendrá de los 6 cables del pedal 1 (original), finalmente para el resto terminales se coloca una bornera de 6 contactos en la cual por la parte posterior se suelda dichos terminales mediante cableado siendo conectados dejando así el espacio para la conexión que vendrá de los 6 cables del pedal 2 (adaptado).

Ilustración 40. Tarjeta Electrónica



Fuente: (Integrantes, 2022)

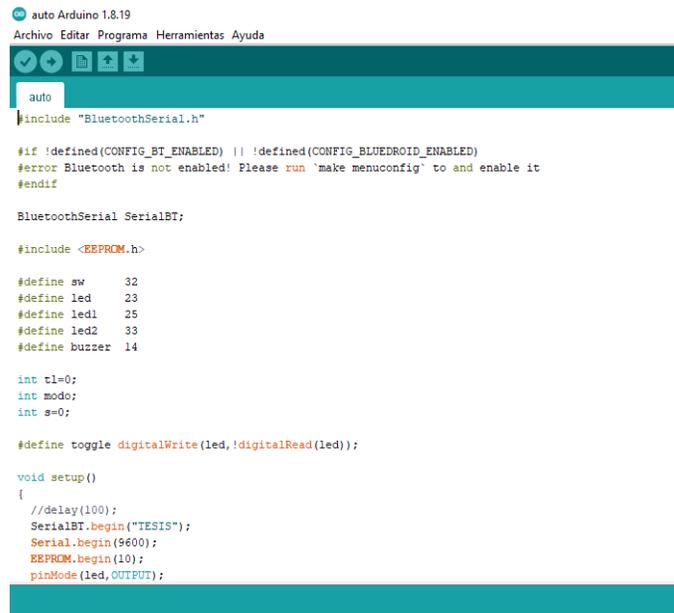
#### 5.4. Programación

Para efectos de la programación vamos a utilizar el programa Arduino, se define la cabecera que es el INCLUDE del bluetooth, la memoria EPROM para que quede grabado la función 1 (pedal original) o función 2 (pedal adaptado) para cuando se vuelva a encender el vehículo, definimos los pines de los diferentes elementos, se define la variable TOGGLE que significa intercambiar sea que este sea a 1 sea 0 y viceversa, se define nombre de la tarjeta,

la velocidad de comunicación que se usa para ver el micro al momento de grabar, también definimos los pines de entrada y los pines de salida, ahora definimos los modos partiendo de la memoria EPROM, es decir que si modo es igual a 1 se activará el pedal 1 (original) y que si modo es a 2 se activará el pedal 2 (adaptado).

Posteriormente se realiza un LOOP para que la tarjeta sea activada solamente cuando el SW 3 se encuentre en ON, entonces cera igual a 0, caso contrario si se encuentra en 1 no va a funcionar, lo que se traduce en que pueda o no realizarse el intercambio de pedales, que se encuentra configurando la entrada A y B del conmutador analógico, con sus leds testigos respectivamente. A continuación, se configura el accionamiento de subida o UP del motor a través del SW1, se tiene entrada configurada como IN1 igual a HIGH y entrada IN2 LOW del DRIVER, colocándose un DELAY de 1 segundo para el movimiento, se guarda el modo y se hace que suene el buzzer, finalmente se configura el accionamiento de bajada o DOWN del motor a través del SW2, se tiene entrada configurada como IN1 igual a HIGH y entrada IN2 LOW del DRIVER, colocándose un DELAY de 550 mili segundo para el movimiento, se guarda el modo y se hace que suene el buzzer.

#### Ilustración 41. Arduino

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. At the top, it says 'auto Arduino 1.8.19' and has menu options: 'Archivo', 'Editar', 'Programa', 'Herramientas', 'Ayuda'. Below the menu is a toolbar with icons for running, saving, and other functions. The main area shows the code for a file named 'auto'. The code includes headers for 'BluetoothSerial.h' and '<EEPROM.h>'. It defines pins for 'sw', 'led', 'led1', 'led2', and 'buzzer'. It also declares variables 't1', 'modo', and 's'. A 'toggle' macro is defined. The 'setup' function includes a 100ms delay, initialization of 'SerialBT', 'Serial', 'EEPROM', and pin modes for 'led' and 'OUTPUT'.

Fuente: (Integrantes, 2022)

## CAPITULO VI

### INSTALACIÓN, COMPROBACIÓN Y PRUEBAS

#### 6.1. Instalación y montaje en el vehículo

Una vez que hemos culminado la construcción de la tarjeta electrónica iniciamos la instalación del cableado y montaje del sistema de pedal de acelerador adaptado al lado izquierdo en el espacio previamente moldeado de los pedales, debajo en el habitáculo del vehículo Toyota Innova 8, con sistema de acelerador electrónico y transmisión automática.

Para lo cual procedemos con el corte de los 6 cables que pertenecen al sistema del pedal de aceleración, es decir, el APP original del vehículo, quienes transmiten la información hacia la ECM para comunicar el posicionamiento del pedal de acelerador, que a su vez será transmitida hacia el cuerpo de aceleración, por lo tanto el un extremo del arnés de 6 cables se conecta a la tarjeta mediante la bornera 1 de 6 contactos de sus terminales, exactamente en el circuito de normalmente cerrado hacia el pedal 1 (original). Mientras que el arnés de cables del otro extremo del pedal 1 (original) se conecta a la bornera 2 de 6 contactos de sus terminales conectados paralelamente en el circuito de normalmente cerrado, soldados por la parte posterior, finalmente el arnés de cables del extremo del pedal 2 (adaptado) se conecta a la bornera 3 de 6 contactos de sus terminales conectados paralelamente en el circuito de normalmente abiertos soldados por la parte posterior.

Con esto al activar el interruptor lograremos el objetivo principal, es decir, que se active el interfaz de la conexión, quien hará desactivar el pedal original (derecho) y activar el pedal adaptado (izquierdo).

Ilustración 42. Instalación de Sistema del pedal



Fuente: (Integrantes, 2022)

### **6.2. Pruebas de funcionamiento del sistema de pedal adaptado.**

Una vez que se ha instalado el sistema de pedal adaptado al lado izquierdo como pedal número 2 de acelerador, se realiza las respectivas pruebas de funcionamiento electrónico y de ruta, para así dar por sentado que el sistema logra el objetivo planteado, demostrando que es operativo para el vehículo Toyota Innova 8 de transmisión automática con acelerador electrónico, y por ende es de mucha utilidad para el usuario, que podrá conducir el vehículo de manera segura, dentro de las cuales se detalla a continuación:

Ilustración 43. Prueba con Osciloscopio

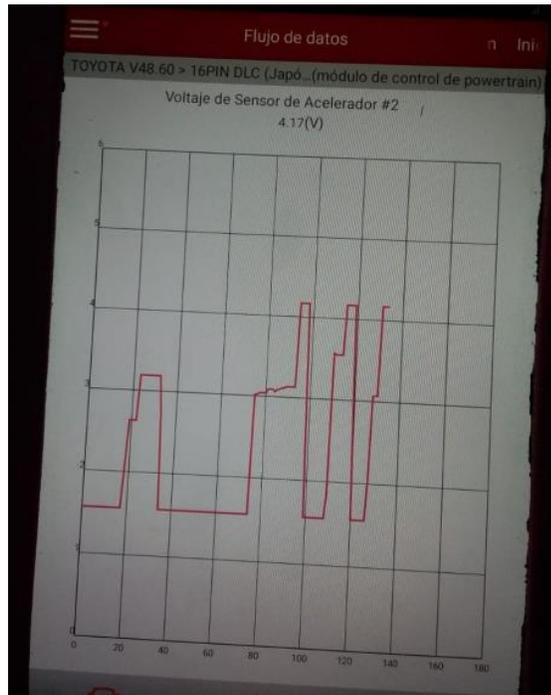


Fuente: (Integrantes, 2022)

### **6.3. Prueba de comprobación de señal del sensor APP del pedal 1 (original)**

Se realiza la comprobación de señal de la conexión del pedal 1 (original) que proviene del circuito de la interfaz en la tarjeta electrónica que se encuentra conectado a sus terminales del circuito normalmente cerrado hacia los sensores APP "A" y APP "B" en sus terminales del 1 al 6 respectivamente, para lo cual se conecta el scanner en el socket del OBB2, se selecciona el año y modelo del vehículo, para el caso Toyota Innova 8 del 2020, se ingresa al módulo de control de motor, se elige línea de datos, ahí se escoge los parámetros a visualizar, escogiendo la señal del sensor APP "A" Y APP "B" del pedal 1 (original), verificando así que las señales se encuentren dentro de parámetros establecidos según el manual del fabricante.

Ilustración 44. Señal pedal original

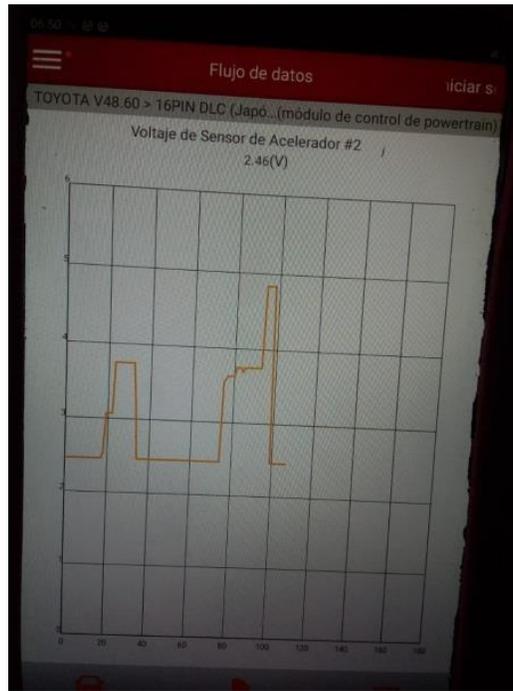


Fuente: (Integrantes, 2022)

#### 6.4. Prueba de comprobación de señal del sensor APP del pedal 2 (adaptado)

Se realiza la comprobación de señal de la conexión del pedal 2 (adaptado) que proviene del circuito de la interfaz en la tarjeta electrónica que se encuentra conectado a sus terminales del circuito normalmente abierto hacia los sensores APP "C" y APP "D" en sus terminales del 1 al 6 respectivamente, para lo cual se conecta el scanner en el socket del OBB2, se selecciona el año y modelo del vehículo, para el caso Toyota Innova 8 del 2020, se ingresa al módulo de control de motor, se elige línea de datos, ahí se escoge los parámetros a visualizar, escogiendo la señal del sensor APP "C" Y APP "D" del pedal 2 (adaptado), verificando así que las señales se encuentren dentro de parámetros establecidos según el manual del fabricante.

Ilustración 45. Señal pedal adaptado



Fuente: (Integrantes, 2022)

### 6.5. Prueba de voltaje de los sensores APP

Se realiza la prueba de medición en cantidad de voltios que se transmiten de los sensores APP “A” y “B” del pedal 1 (original) y sensores APP “C” y “D” del pedal 2 (adaptado) hacia la ECM, para lo cual conectamos la masa o negativo del voltímetro y con la aguja del positivo realizamos las mediciones en el conector de cada pedal, de acuerdo al cable que previamente hemos colocado una aguja, entonces se comprueba que dichos sensores APP emiten una señal traducida en voltios que para el caso del primer PIN es de 5.03 v, para el segundo PIN es un voltaje de referencia con oscilación de 0 a 5 v, y el tercero es de masa electrónica, para los sensores APP “A” y “B” del pedal 1 (original) y sensores APP “C” y “D” del pedal 2 (adaptado).

Ilustración 46. Medición de voltaje



Fuente: (Integrantes, 2022)

#### **6.6. Prueba de accionamiento del pedal adaptado**

Se realiza una prueba de conducción o manejo del vehículo Toyota Innova 8 de transmisión automática con sistema de acelerador electrónico adaptado con un segundo pedal al lado izquierdo, para lo cual toma posición la persona de condición incapacitante que mantiene una amputación transfemoral de pierna derecha, por lo que solo puede hacer uso de su pierna izquierda para cualquier actividad, para el caso acelerar o accionar el pedal que previamente se ha instalado, se imparte indicaciones del sistema, en primera instancia se muestra el modo de activación, que será mediante un pulsador de posición de doble acción, como que se usa por ejemplo para un elevador de vidrio. Quien deberá accionar el interruptor en la posición "A" o de desplazamiento del pedal (bajada) previo a colocar la llave en el switch de encendido, una vez activado el sistema de pedal adaptado al lado izquierdo podrá encender el vehículo con normalidad, demostrando que el sistema no provoca fallos o alertas en el tablero al no encenderse ningún testigo.

Ilustración 47. Operatividad de pedal adaptado



Fuente: (Integrantes, 2022)

### 6.7. Prueba de conducción

Es así que se procede a conducir el vehículo en un trayecto aproximado de una hora, recorriendo aproximadamente unos 70 km, sin que se manifieste ninguna novedad o falla del sistema de pedal adaptado al lado izquierdo en dicha ruta. Tampoco se puede observar encendido ningún testigo en el tablero de mando, por lo que se continúa con la conducción sobre la ruta trazada previamente, a fin de que la prueba de manejo sea demostrada a satisfacción de la persona con discapacidad.

Ilustración 48. Prueba de ruta



Fuente: (Integrantes, 2022)

## CONCLUSIONES

- Mediante la implementación del mecanismo en el vehículo se logró tener una mejor eficiencia de manejo por parte del usuario lo que se concluye que el trabajo de investigación como la aplicación de este mecanismo a personas con discapacidad en el vehículo SUV.
- Se diseñó un circuito que permitió una activación y desactivación de los pedales de acelerador original y acelerador adaptado del vehículo, la adaptación ayudo a un mejor uso por parte del usuario dando como resultado un manejo provechoso.
- En el diseño e implementación de los ejes necesarios se tomó en consideración valores propios del fabricante, lo que ayudo a un mejor aprovechamiento del pedal del acelerador por parte del usuario.
- La adaptación de un eje para el funcionamiento correcto del pedal mediante el uso de un motor eléctrico de eleva vidrio, que ayudó al manejo correcto del pedal.
- El trabajo de investigación permitió tomar un campo diferente y gratificante el ayudar a personas con discapacidad concluyendo que el aporte a este trabajo mejoro la calidad de vida a personas con discapacidad.

## RECOMENDACIONES

- Mediante el trabajo de titulación se obtuvo información importante que permitió mejorar la vida de personas que por situaciones adversas tienen problemas físicos y se sienten incapaces de salir adelante.
- Se recomienda usar el presente trabajo de investigación como un modelo para realizar mejoras o implementar nuevos sistemas en el vehículo que ayuden a una conducción adecuada a personas con discapacidad.
- Es importante el apoyo a este tipo de proyectos por parte de la UIDE a los estudiantes de las carreras técnicas que tengan familiares con cualquier tipo de discapacidad para mejorar la calidad de vida a las personas.
- Se recomienda el uso de la electrónica como un valor agregado y de importancia para el aporte de soluciones a personas con problemas de discapacidad.
- Es importante el uso de aplicaciones externas que ayuden al trabajo en equipo por parte de profesores y estudiantes al aplicar investigación en este tipo de proyectos como beneficio a personas con discapacidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcalá, U. d. (2016). *Diagnosis Electrónica del automovil*. España: 3.
- Autoavance. (2020). *Sistema de frenos ABS*. Obtenido de Autoavance:  
<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/194-tipos-de-sensores-abs-velocidad-de-rueda/>
- Carlos, R. (2018). Manual de taller. *Ingecap*, 20.
- Conadis. (05 de julio de 2022). Recuperado el 05 de julio de 2020, de Consejo nacional para la igualdad: <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/>
- Conadis. (05 de 07 de 2022). *CONSEJO NACIONAL PARA LA IGUALDAD DE DISCAPACIDADES*. Obtenido de CONSEJO NACIONAL PARA LA IGUALDAD DE DISCAPACIDADES:  
<https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/>
- Dominic, P. (2016). Adaptacion al volante. *Vistazo*, 18-25.
- Idrovo, I. (2017). Adaptaciones . *Vistazo*, 10-12.
- Inen. (08 de 07 de 2020). *SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN*. Obtenido de SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN: <https://www.normalizacion.gob.ec/>
- Mandí, C. (2009). *Curso de electrónica automotriz*. USA: 2.
- Morgans. (17 de Julio de 2020). *Tododisca*. Obtenido de Tododisca:  
<https://www.tododisca.com/primer-parque-acuatico-del-mundo-ninos-discapacidad/>
- Navarrete, S. (2022). *Santiago Navarrete*. Quito: Tesis Istte.
- Norbye, J. P. (2017). *Fuel Injection* . USA: 4.
- Oliver, F. J. (2011). *Circuitos prácticos con relés*. España: Marcombo.
- Parera, M. (1991). *Electrónica Basica en Automoción*. España: 12.
- Perez, A. (15 de Julio de 2020). *Mundo Motor*. Obtenido de Mundo Motor:  
<https://www.mundodelmotor.net/ecm-modulo-de-control-electronico/>
- Santander, J. (2003). *Mecánica y Electrónica Automotriz*. Dieseni: 1.
- Santiago. (21 de 08 de 2018). Caja de fusibles. Quito, Pichincha, Calderon .

Tecnológica, Á. (2020). *Tecnología*. Obtenido de Área tecnológica:  
<https://www.areatecnologia.com/electricidad/codigo-de-colores-de-resistencias.html>

Tom, D. (2016). *Mecánica y Electrónica Automotriz*. España: 23.

TOSHIBA. (10 de 2022). *Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation*. Obtenido de Toshiba Electronic Devices & Storage Corporation: <https://toshiba.semicon-storage.com/us/semiconductor/product/motor-driver-ics/brushed-dc-motor-driver-ics/detail.TB6642FG.html>

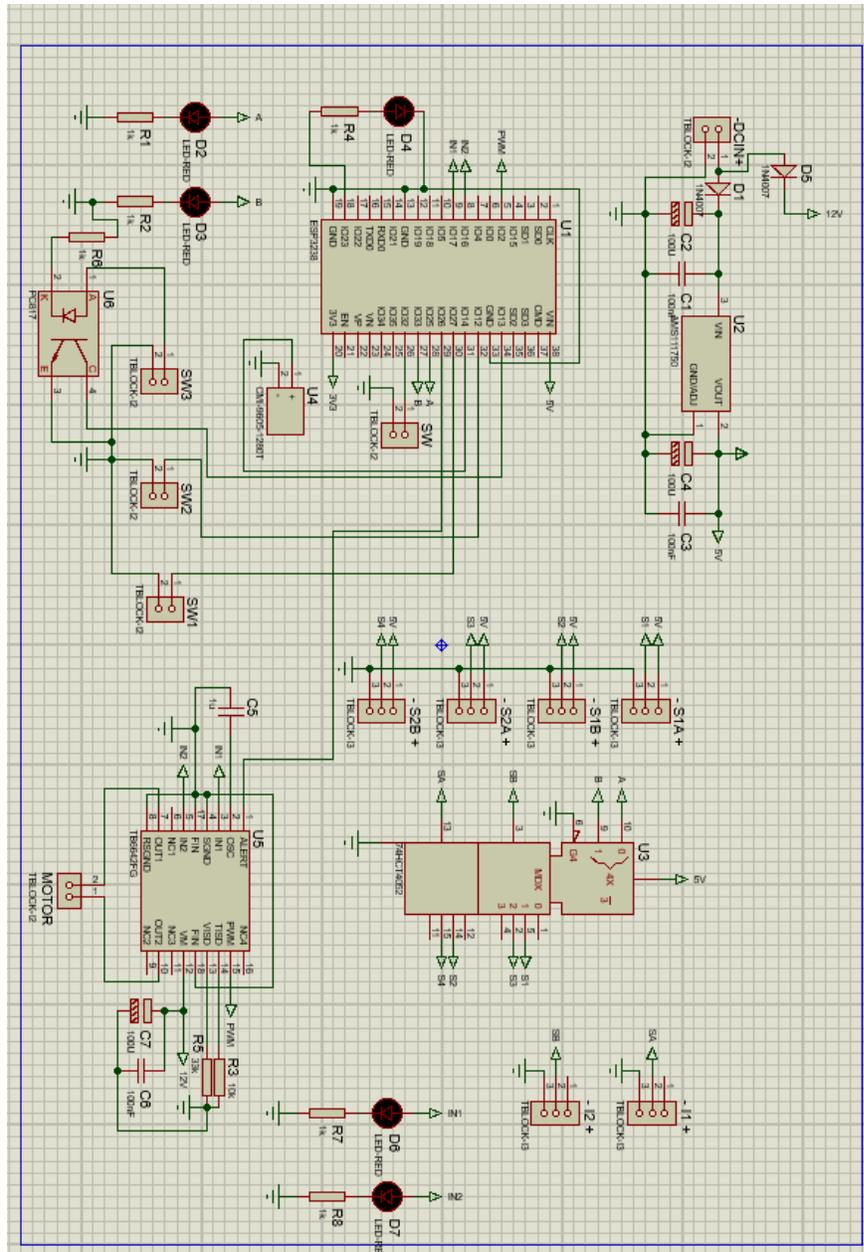
Toyota. (20 de Julio de 2020). Global Service Information Center. USA, CALIFORNIA, USA.

Vázquez, T. R. (2015). *Análisis Básico de circuitos Eléctricos y Electrónicos*. Ibarra Lsa: Hall.

# ANEXOS

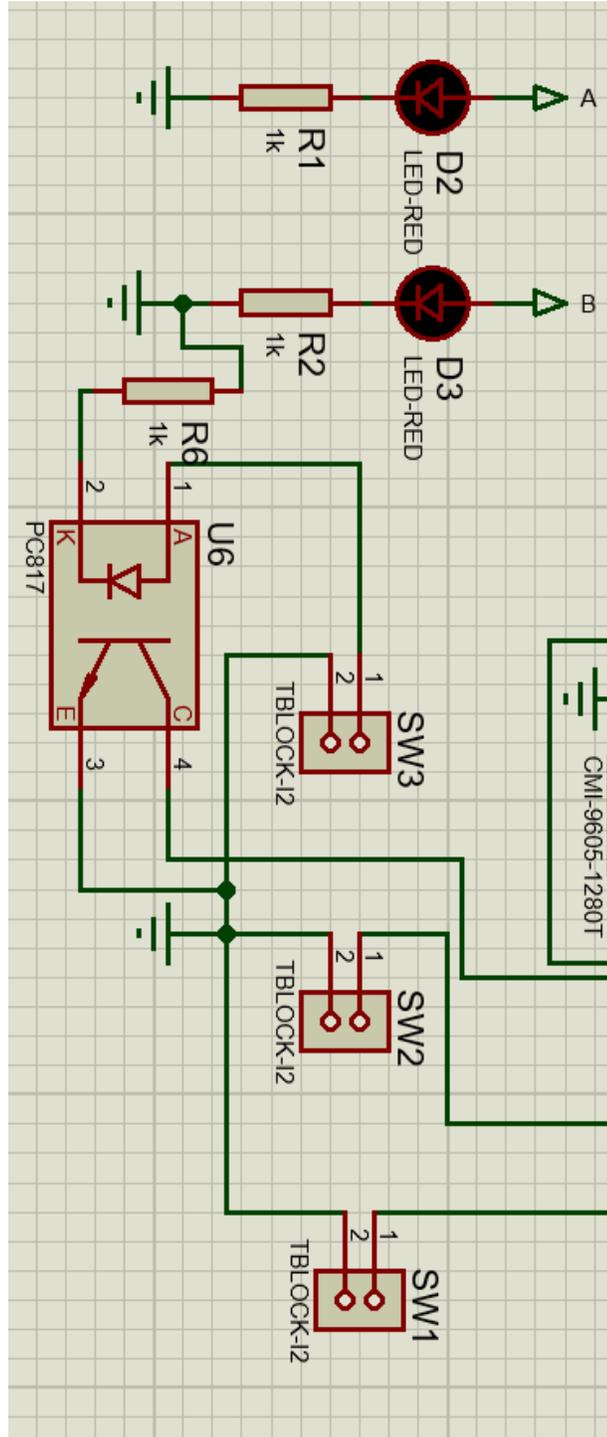
## ANEXO 1. Diagramas eléctricos

### Circuito electrónico



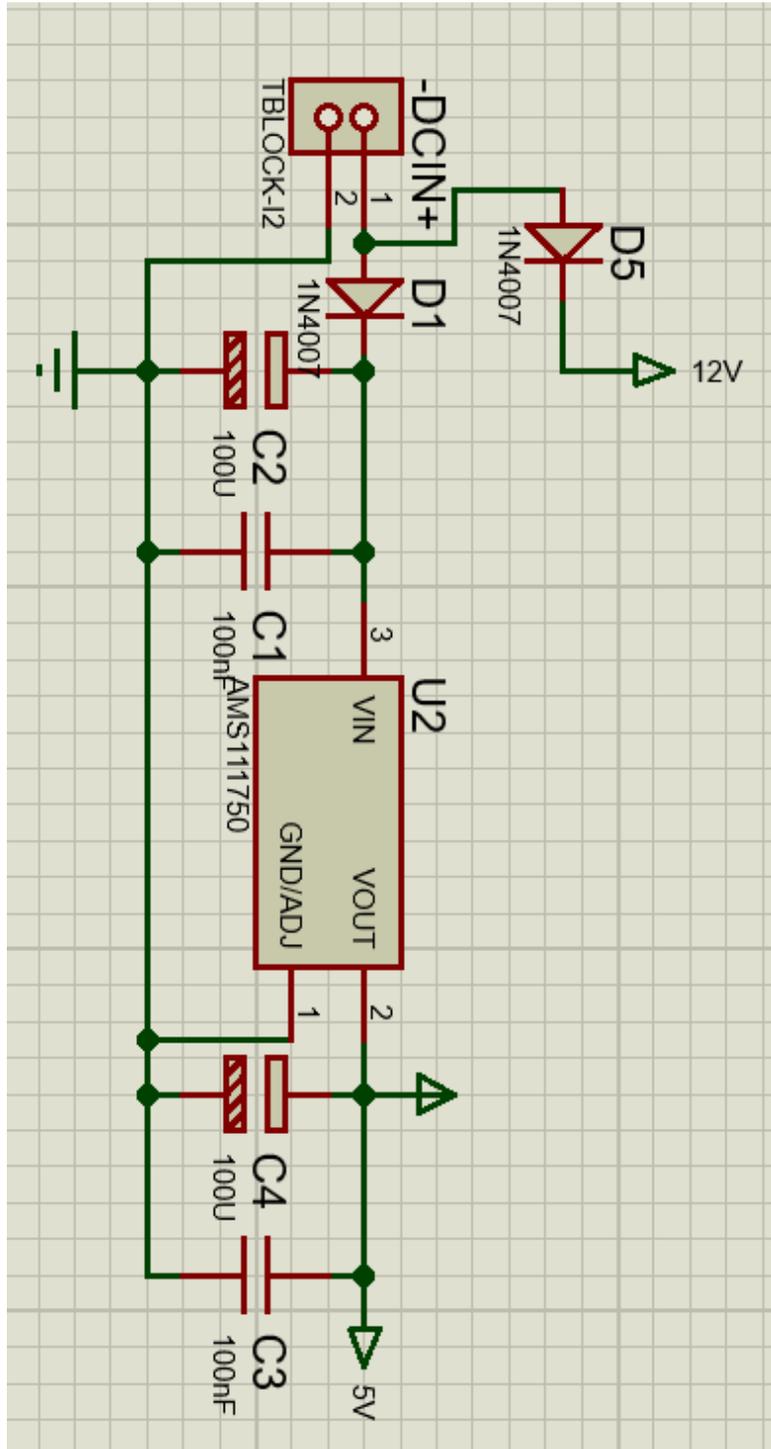
Fuente: (Integrantes, 2022)

Circuito de activación



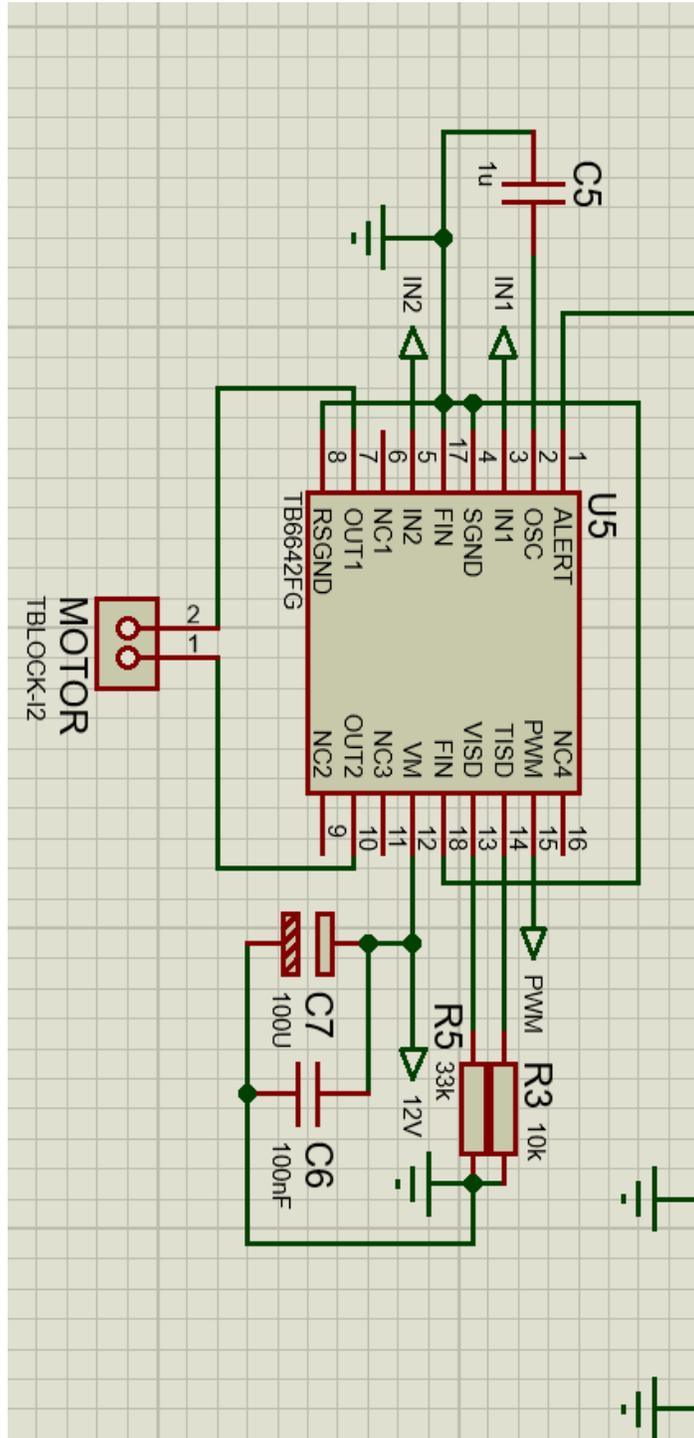
Fuente: (Integrantes, 2022)

Circuito regulación de voltaje



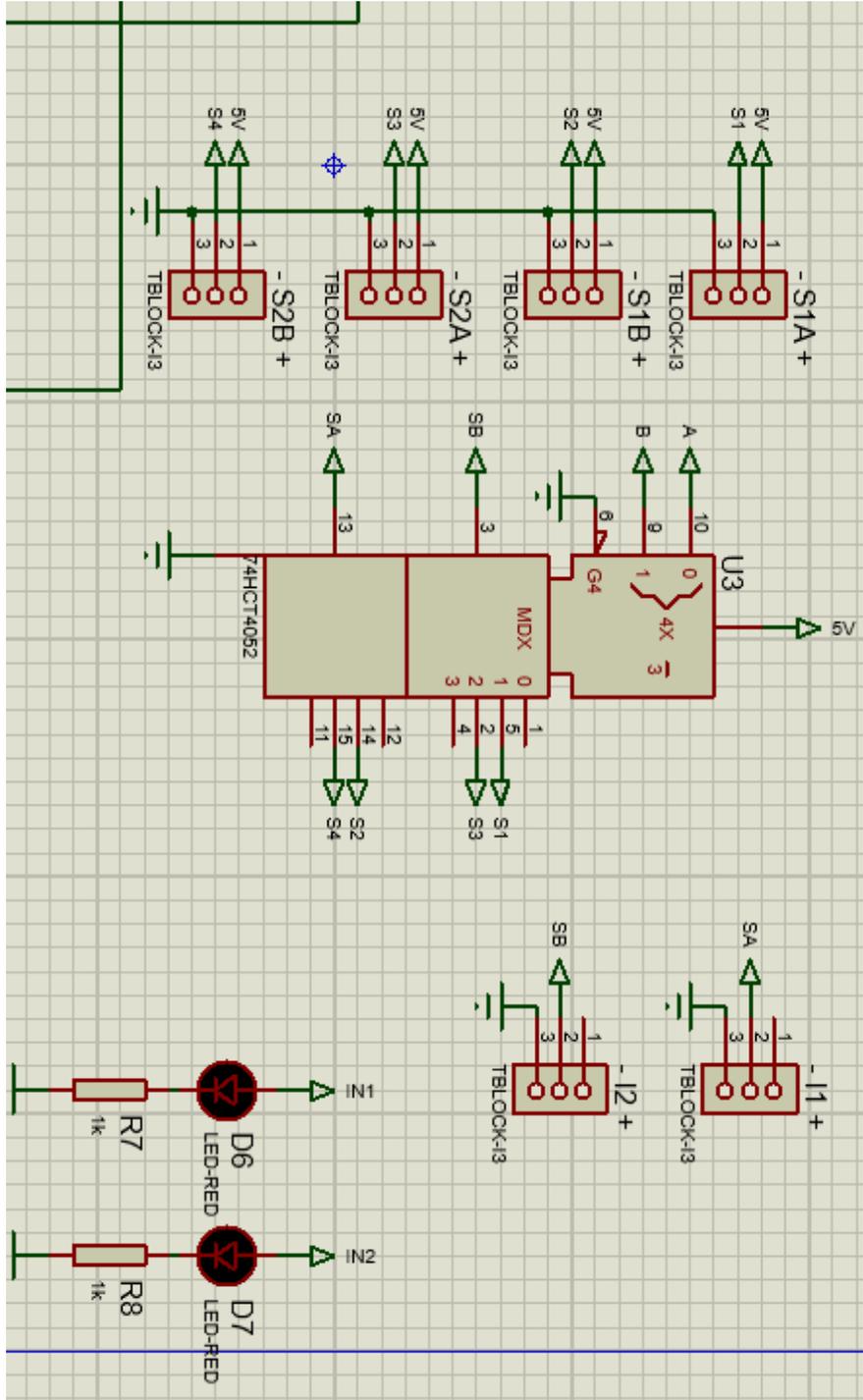
Fuente: (Integrantes, 2022)

### Circuito de desplazamiento



Fuente: (Integrantes, 2022)

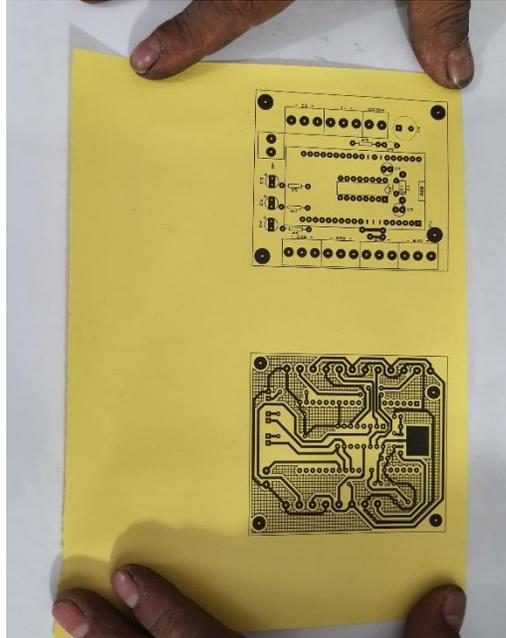
# Circuito de Interfaz



Fuente: (Integrantes, 2022)

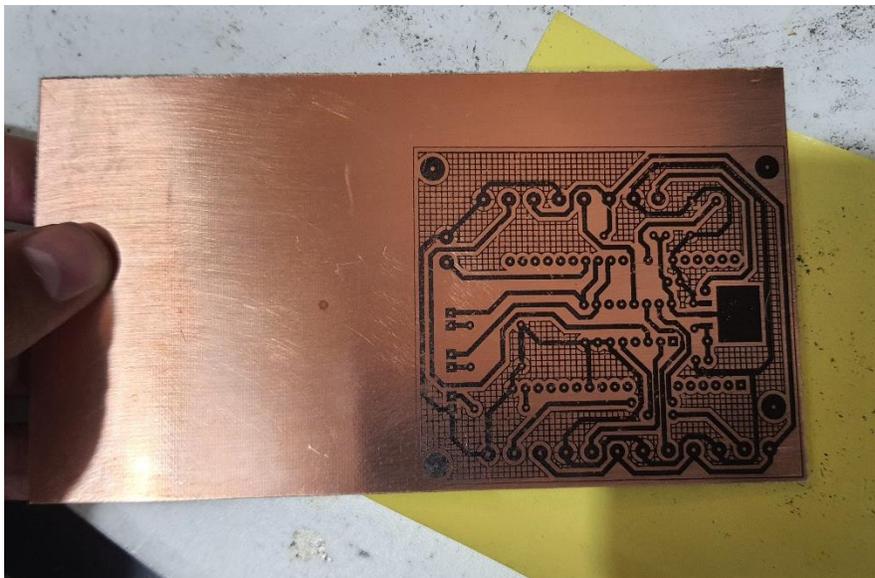
## Anexo 2. Proceso de elaboración

### Impresión laser del PCB



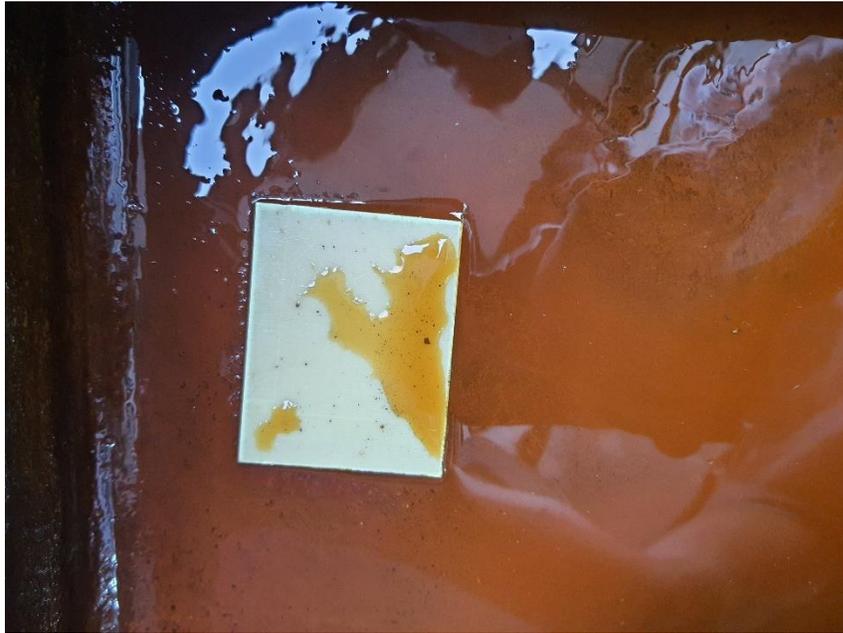
(Integrantes, 2022)

### Impresión en placa de fibra de vidrio y cobre



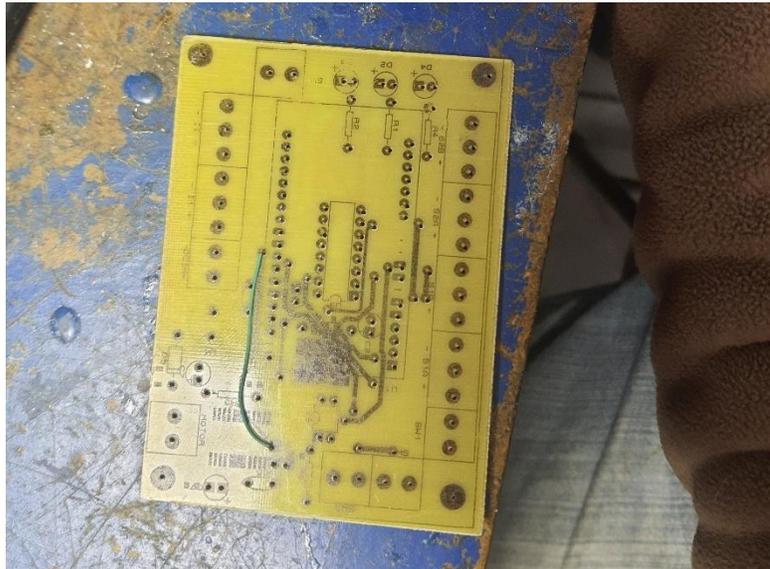
(Integrantes, 2022)

### Limpieza en cloruro férrico



(Integrantes, 2022)

### Conexiones alámbricas en tarjeta



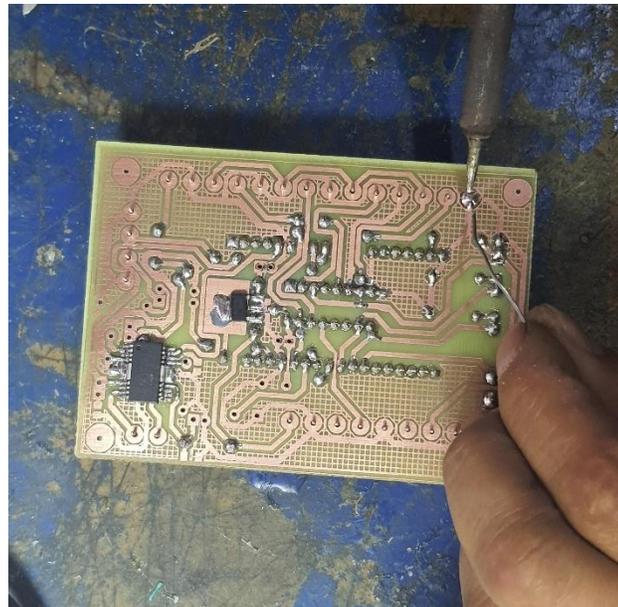
(Integrantes, 2022)

### Soldadura con estaño



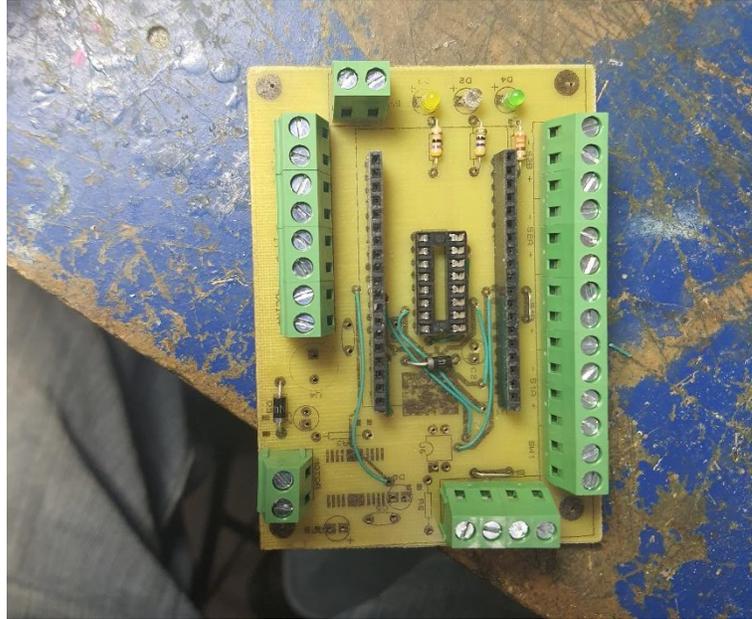
(Integrantes, 2022)

### Soldadura de componentes



(Integrantes, 2022)

## Colocación de componentes electrónicos



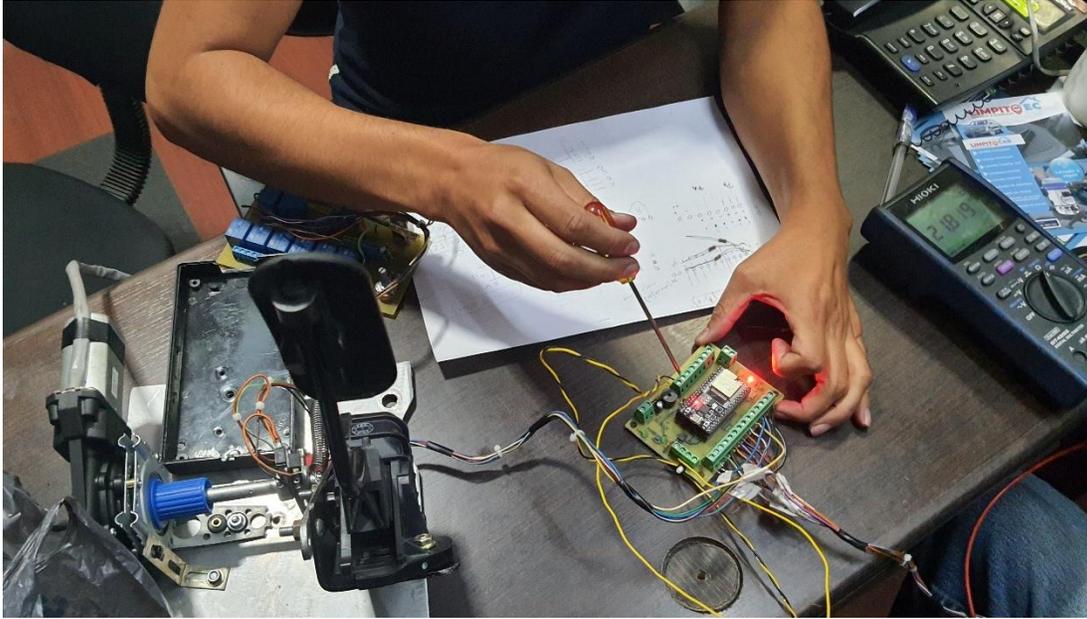
(Integrantes, 2022)

## Colocación de componentes electrónicos



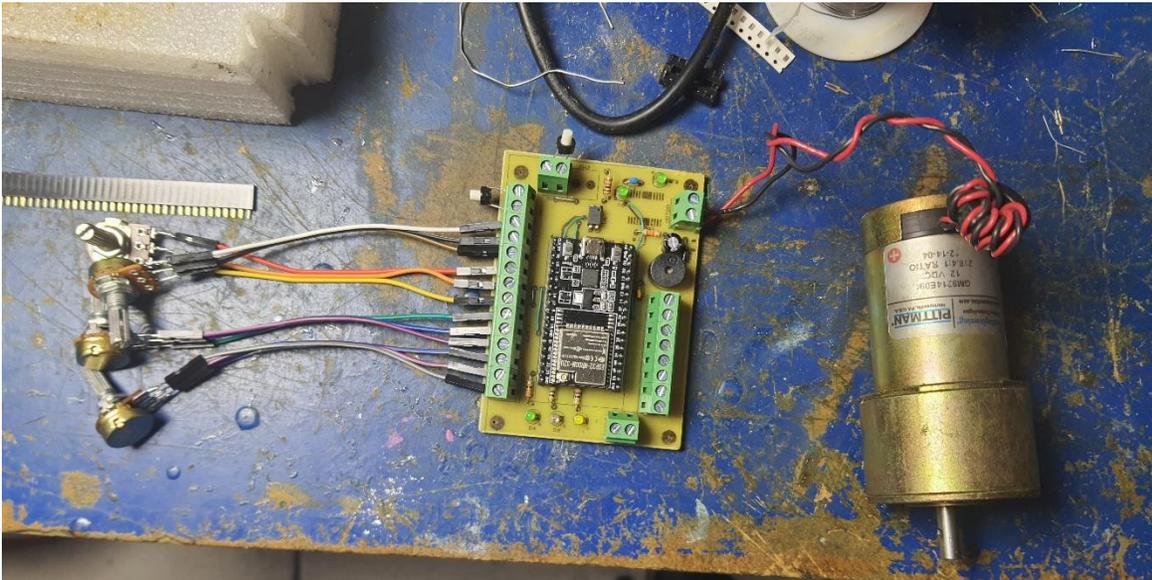
(Integrantes, 2022)

### Configuración de funciones



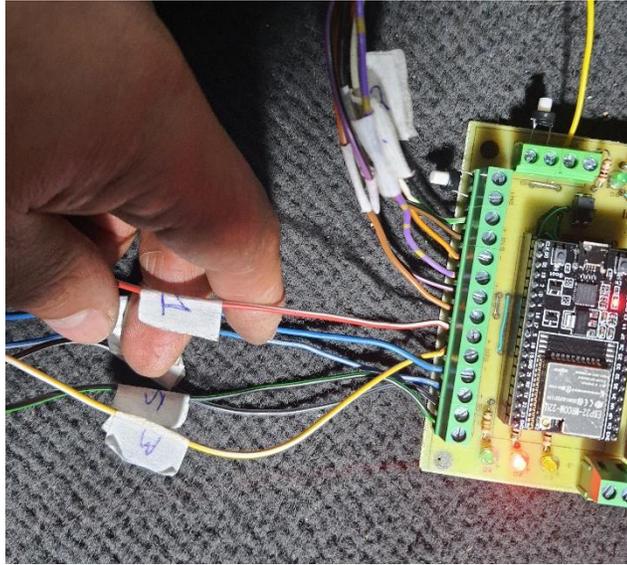
(Integrantes, 2022)

### Configuración de funciones



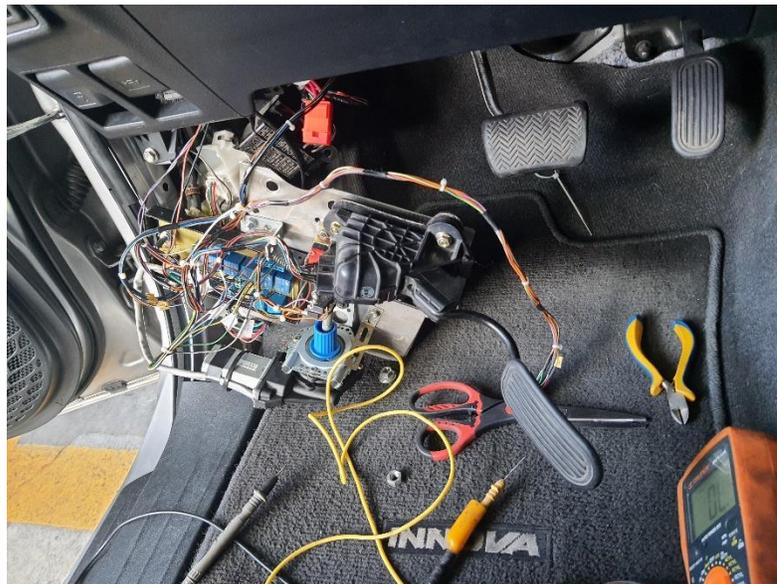
(Integrantes, 2022)

### Conexión



(Integrantes, 2022)

### Instalación



(Integrantes, 2022)