



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

1

**Implementación de un sistema de tracción eléctrico en el vehículo monoplaza  
mediante la selección adecuada de componentes para tener como resultado un  
vehículo ecológico**

Pilco Puma, Walter Vinicio y Gualotuña Nasimba, Wilmer Alexander

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. León Almeida, Jaime Eduardo

14 de febrero del 2022

Latacunga

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**Certificación**

Certifico que el monografía de titulación, **“Implementación de un sistema de tracción eléctrico en el vehículo monoplaza mediante la selección adecuada de componentes para tener como resultado un vehículo ecológico.”** fue realizado por los señores **Pilco Puma, Walter Vinicio y Gualotuña Nasimba, Wilmer Alexander** la cual ha sido revisada en su totalidad y analizado completamente por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 14 de febrero del 2022

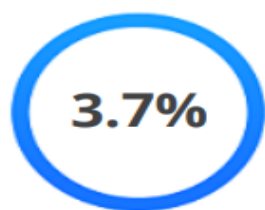


**Ing. León Almeida, Jaime Eduardo**

**C.C 172009123-8**

## Monografia P\_W\_Revision de antiplagio.pdf

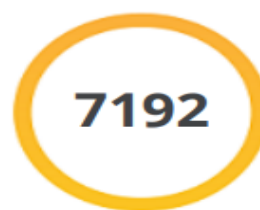
Scanned on: 13:1 February 14, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	80
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	188
Ommited Words	0



Firmado electrónicamente por:  
**JAIME EDUARDO  
LEON ALMEIDA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**Responsabilidad de autoría**

Nosotros, **Pilco Puma, Walter Vinicio y Gualotuña Nasimba, Wilmer Alexander**, con cédula de identidad N°185053997-2 y N° 171946948-6 respectivamente; declaramos que el contenido, ideas y criterios de la monografía "Implementación de un sistema de tracción eléctrico en el vehículo monoplaza mediante la selección adecuada de componentes para tener como resultado un vehículo ecológico." es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 14 de febrero del 2022



**Pilco Puma, Walter Vinicio**

**C.C. 185053997-2**



**Gualotuña Nasimba, Wilmer Alexander**

**C.C. 171946948-6**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**Autorización de publicación**

Nosotros, **Pilco Puma, Walter Vinicio y Gualotuña Nasimba, Wilmer Alexander**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: "Implementación de un sistema de tracción eléctrico en el vehículo monoplaza mediante la selección adecuada de componentes para tener como resultado un vehículo ecológico.", en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

**Pilco Puma, Walter Vinicio**

C.C. 185053997-2

**Gualotuña Nasimba, Wilmer Alexander**

C.C. 171946948-6

## **Dedicatoria**

El siguiente proyecto está dedicado primeramente a Dios, por brindarme salud, vida y la fuerza necesaria para poder continuar día a día con mi carrera universitaria. A mi madre que me ha demostrado que no existe ni sol ni lluvia que apague la valentía de ser mejor cada día, a mis hermanos y tíos cercanos que nunca estuvieron de más sus palabras de aliento y sin olvidarme de mis abuelitos que siempre estuvieron cuando más lo necesitaba.

**Pilco Puma, Walter Vinicio**

## **Dedicatoria**

Dedico el presente proyecto a Dios, por darme vitalidad y fuerza necesaria para realizar mi sueño de continuar día a día con mi carrera universitaria. Así también a mis padres y hermanos que han sido pilares fundamentales para no rendirme en el camino, quienes han estado conmigo en cada paso hasta este momento.

**Gualotuña Nasimba, Wilmer Alexander**

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, por ser la mano amiga para cruzar el sendero estudiantil, ayudándome continuamente en varios tropiezos que la vida otorga. Agradezco a mi familia por apoyarme en las caídas y celebrar mis triunfos, hoy soy quien soy por ellos.

Mi aprecio y gratitud hacia las autoridades que forman parte de la Ilustre Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, por permitirme formar parte de su noble institución quienes con profesores calificados han forjado excelentes profesionales a nuestro país

Así también agradezco a mí tutor de tesis, por ser la guía en todo el proceso de mi proyecto, brindándome su tiempo, paciencia, conocimiento profesional, sus valores que han sido de ayuda para mi vida laboral como profesional y como persona.

**Pilco Puma Walter Vinicio**



## **Agradecimiento**

A Dios en primer lugar por ser quien ha guiado mi camino hasta la actualidad, dándome bienestar y la oportunidad de desarrollar mi vida profesional, permitiendo desarrollar este proyecto.

A mis padres, quienes siempre me dieron su cariño y experiencia en cada decisión que tomé para mi bienestar, aconsejándome y brindando su apoyo económico para hacer posible este proyecto.

A mis docentes a lo largo de mi carrera, ellos son los más importantes, son quienes me compartieron su conocimiento para ser un excelente profesional en la vida, siempre con el objetivo de brindar una excelente educación.

A mis compañeros que a lo largo de la carrera nos estuvimos apoyando en cada paso, hasta estar en este momento siendo parte del proyecto de tesis, cada uno de ellos llegarán a ser excelentes profesionales.

**Gualotuña Nasimba, Wilmer Alexander**

## Tabla de contenidos

Carátula .....	1
Certificación .....	2
Reporte de verificación de contenido .....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Tabla de contenidos .....	10
Índice de figuras .....	13
Índice de tablas .....	15
Resumen .....	16
Abstract.....	17
Planteamiento del problema.....	18
Antecedentes .....	18
Planteamiento del problema.....	19
Justificación .....	20
Objetivos.....	21
<i>Objetivo General</i> .....	21
<i>Objetivos Específicos</i> .....	21
Alcance .....	21
Marco teórico .....	23

Sistema de tracción eléctrica .....	23
Motores eléctricos .....	25
<i>Motores de Corriente Continua</i> .....	25
<i>Motor de excitación en serie</i> .....	26
<i>Motor Shunt o paralelo</i> .....	27
<i>Motor Compound</i> .....	28
Controladores .....	31
<i>Controlador</i> .....	31
<i>Principio de funcionamiento</i> .....	32
Aceleradores .....	34
Baterías .....	35
<i>Plomo-acido</i> .....	35
<i>Baterías de Plomo AGM</i> .....	36
<i>Baterías de Plomo GEL</i> .....	36
<i>Baterías Níquel Cadmio (NI-Cd)</i> .....	37
<i>Baterías de Níquel Hidruro metálico (NI-MH)</i> .....	37
<i>Baterías de Litio</i> .....	38
<i>Baterías de Ion Litio</i> .....	38
<i>Baterías de polímero de Litio (LI-PO)</i> .....	39
<i>Batería ZEBRA</i> .....	39
Generalidades del sistema a implementar .....	41
Características del motor Brushless (BLDC) .....	41
<i>Modelo de funcionamiento</i> .....	42
Componentes del sistema de tracción eléctrico. ....	42
<i>Motor</i> .....	42
<i>Principio de funcionamiento</i> .....	44

<i>Controlador</i> .....	45
<i>Batería</i> .....	46
<i>Acelerador</i> .....	48
Montaje de componentes.....	50
<i>Instalación del motor eléctrico</i> .....	50
<i>Conexión del controlador</i> .....	52
<i>Instalación de la batería</i> .....	55
<i>Adaptación del acelerador</i> .....	56
Pruebas de funcionamiento .....	58
Análisis de resultados.....	58
Marco administrativo.....	61
Recursos humanos.....	61
Recursos tecnológicos .....	61
Recursos Materiales .....	62
Presupuesto .....	63
Conclusiones .....	64
Recomendaciones .....	65
Bibliografía .....	66
Anexo .....	69

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Vehículo eléctrico desarrollado por General Motors .....	23
<b>Figura 2</b> Esquema de un vehículo con sistema de tracción eléctrica.....	24
<b>Figura 3</b> Esquema de un vehículo eléctrico con motores independientes. ....	24
<b>Figura 4</b> Tipos de motores DC.....	25
<b>Figura 5</b> Comparación de motores entre los de combustión interna y los eléctricos.....	26
<b>Figura 6</b> Motor de corriente continua en serie.....	27
<b>Figura 7</b> Motor Shunt o paralelo .....	28
<b>Figura 8</b> Motor eléctrico de tipo compound .....	28
<b>Figura 9</b> Sección de imanes permanentes de un motor eléctrico.....	30
<b>Figura 10</b> Funcionamiento del motor Brushless.....	30
<b>Figura 11</b> Motor BLDC.....	32
<b>Figura 12</b> Comandos para el control del motor BLDC .....	33
<b>Figura 13</b> Esquema de funcionamiento del acelerador .....	34
<b>Figura 14</b> Acelerador de manilla.....	35
<b>Figura 15</b> Batería de Plomo-acido.....	36
<b>Figura 16</b> Baterías de Níquel Cadmio .....	37
<b>Figura 17</b> Batería NI-MH.....	38
<b>Figura 18</b> Baterías Ion Litio.....	39
<b>Figura 19</b> Batería ZEBRA .....	40
<b>Figura 20</b> Motor de cubo de rueda (Sin escobillas) .....	43
<b>Figura 21</b> Motor brushless .....	44
<b>Figura 22</b> Controlador Sunshine tree .....	46
<b>Figura 23</b> Batería tipo maletín (compatible) .....	48
<b>Figura 24</b> Manillas de aceleración.....	49

<b>Figura 25</b> <i>Llanta con motor brushless de 3000W</i> .....	50
<b>Figura 26</b> <i>Ajuste del motor eléctrico de cubo de llanta en la carrocería</i> .....	51
<b>Figura 27</b> <i>Simulación de instalación del motor en la carrocería</i> .....	52
<b>Figura 28</b> <i>Puntos de conexión del controlador marca Sunshine tree</i> .....	53
<b>Figura 29</b> <i>Controlador Sunshine tree</i> .....	54
<b>Figura 30</b> <i>Conexión complementaria del controlador Sunshine tree</i> .....	55
<b>Figura 31</b> <i>Batería recargable</i> .....	56
<b>Figura 32</b> <i>Mecanismo de acelerador</i> .....	57
<b>Figura 33</b> <i>Revisión de conexiones de los testigos del tablero</i> .....	58
<b>Figura 34</b> .....	59
<b>Figura 35</b> <i>Medición de señal del acelerador al controlador</i> .....	60
<b>Figura 36</b> <i>Medición de señal del controlador al motor</i> .....	60

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Datos técnicos de la batería Ion-litio</i> .....	46
<b>Tabla 2</b> <i>Recursos humanos</i> .....	61
<b>Tabla 3</b> <i>Recursos Tecnológicos</i> .....	62
<b>Tabla 4</b> <i>Recursos Materiales</i> .....	62
<b>Tabla 5</b> <i>Presupuesto</i> .....	63

## Resumen

Para el presente proyecto se busca la solución al problema de contaminación ambiental por las emisiones de gases contaminantes y al tráfico vehicular, esto en un ambiente urbano que genera el parque automotor, que al pasar los años afectó al planeta, actualmente delimitando la zona al Ecuador, por lo que una solución es la investigación de alternativas de movilidad, como es la innovación en vehículos de tracción eléctrica que faciliten la movilidad. Mediante la implementación de un sistema de tracción eléctrico en un vehículo monoplaza, además de la selección adecuada de componentes para tener como resultado un vehículo monoplaza ecológico que ofrece altas prestaciones en potencia significativa, economía de consumo, estética, seguridad, habitabilidad y confort. Para ello, se realizó la investigación de los distintos componentes que conforman un sistema de tracción eléctrica siendo de tal manera un motor de cubo DC sin escobillas el idóneo para el proyecto el cual brinda la potencia y torque requerido para un ambiente urbano, también un controlador con la funcionalidad de llevar un control lógico del comportamiento de dicho motor, la batería de Ión-litio con la característica de ser recargable y trabajar a altas temperaturas, por último un acelerador que se encargará de enviar señales necesarias para el funcionamiento del vehículo monoplaza.

- Palabras clave:

- **MONOPLAZA**
- **ION-LITIO**
- **RECARGABLE**
- **TORQUE**



## Abstract

This project seeks a solution to the problem of environmental pollution by emissions of polluting gases and vehicular traffic, this in an urban environment that generates the vehicle fleet, which over the years affected the planet, currently limiting the area to Ecuador, so a solution is the investigation of alternative mobility, such as innovation in electric traction vehicles that facilitate mobility. Through the implementation of an electric traction system in a single-seater vehicle, in addition to the proper selection of components to have as a result an ecological single-seater vehicle that offers high performance in significant power, economy of consumption, aesthetics, safety, habitability and comfort. For this purpose, the research of the different components that make up an electric traction system was carried out, being a brushless DC hub motor the ideal one for the project, which provides the power and torque required for an urban environment, also a controller with the functionality of carrying a logical control of the behavior of the motor, the lithium-ion battery with the characteristic of being rechargeable and working at high temperatures, and finally an accelerator that will be responsible for sending the necessary signals for the operation of the single-seater vehicle.

- Key words:

- **SINGLE-SEATER**
- **LITHIUM-ION**
- **RECHARGEABLE**
- **TORQUE**

## Capítulo I

### 1 Planteamiento del problema

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRACCIÓN ELÉCTRICO EN EL VEHÍCULO MONOPLAZA MEDIANTE LA SELECCIÓN ADECUADA DE COMPONENTES PARA TENER COMO RESULTADO UN VEHÍCULO ECOLÓGICO.”

#### 1.1. Antecedentes

A lo largo de los años la implementación de un sistema con tecnología avanzada, innovador con uso de fuentes renovables se ha intensificado y ha dado paso al sistema de tracción eléctrica cuyas prestaciones han interesado a empresas privadas que promueven el desarrollo sostenible y dan un alto a la contaminación ambiental.

Con respecto al sistema de tracción eléctrica se ha implementado como alternativa más prometedora por reemplazar al sistema de combustión interna dando así una perspectiva a futuro más ventajosa para el transporte y este también más amigable con el ambiente, los componentes que este sistema presenta son: motor eléctrico, controlador electrónico que consta de inversor, convierte la corriente continua en corriente alterna, el ajuste de la velocidad y el freno.

Aunque, en la actualidad, la utilización de motores eléctricos nos ha demostrado cualidades significativas que crean ventajas y desventajas. Sabemos que los motores eléctricos no producen contaminación atmosférica, no produce

contaminación acústica, existe un ahorro en mantenimiento de sus componentes, presenta mayor eficiencia si lo comparamos con motores de combustión interna.

Hay que tomar en cuenta que un motor eléctrico posee ciertas desventajas como la existencia de una menor autonomía, la introducción de puestos de carga para motores eléctricos en el país, tiene un precio considerable para la adquisición de los mismos, así también los pocos centros especializados para su mantenimiento.

Por eso al momento de analizar cuáles son las características que requiere un motor eléctrico para incorporarlo en un vehículo monoplaza se debe tomar a consideración ciertos aspectos muy importantes como: Potencia significativa, Economía de consumo, Estética, Seguridad, Habitabilidad, Confort. (Issn et al., 2017)

## **1.2. Planteamiento del problema**

Los altos índices de contaminación en la atmósfera de Quito han propiciado un cambio en el semáforo a color amarillo obteniendo datos con una variación de los niveles de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), todo esto por efecto de los gases que emiten los automotores de combustión interna que usan combustibles derivados del petróleo, así como dicha ciudad importante varias ciudades tienen el mismo problema de contaminación, ejemplo la ciudad de Latacunga.

La congestión vehicular es otro inconveniente por lo que varias ciudades se encuentran afectadas, esto se debe a la alta demanda en un crecimiento demográfico acelerado que conlleva también al aumento del parque automotor y no solo en Ecuador sino también en varias ciudades principales de América Latina como Bogotá. Ciudad de México, Río de Janeiro etc.

El congestionamiento vial es vinculado con la baja velocidad a la que transitan los vehículos, la disminución de los periodos de tiempo entre viajes, también incrementos en: accidentes de tránsito, consumo de combustible adicional, desgaste de las obras viales, mayor contaminación ambiental, afectan la calidad de vida y salud de los usuarios que circulan entre las ciudades de Ecuador. (Primicias, 2019).

### **1.3. Justificación**

En la actualidad, el daño producido por los motores de combustión interna está provocando en el mundo daños irreversibles, con esta preocupación se debe considerar alternativas, las cuales brindan una solución al impacto ambiental. Tomando en cuenta así a los motores eléctricos los cuales favorecen a la disminución de contaminación atmosférica y acústica.

En función al medio ambiente la reducción de contaminación que genera un sistema de combustión interna a comparación de un sistema de tracción eléctrica este puede ser notable y muy favorable. La eficiencia energética puede ser aproximadamente 3 veces más al comparar un sistema de combustión interna con un sistema de tracción eléctrica. (בורשטיין, 2017)

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. *Objetivo General***

Implementar un sistema de tracción eléctrico en el vehículo monoplaza mediante la selección adecuada de componentes para tener como resultado un vehículo ecológico.

### **1.4.2. *Objetivos Específicos***

- Investigar sobre los sistemas de tracción eléctricos a implementar en el bastidor y la carrocería del vehículo monoplaza.
- Seleccionar adecuadamente los componentes del sistema de tracción eléctrico a utilizar en el vehículo monoplaza para obtener un resultado óptimo.
- Implementar los componentes del sistema de tracción eléctrico en el vehículo monoplaza para tener como resultado un vehículo ecológico.

## **1.5. Alcance**

En el proyecto se tiene como finalidad la implementación de un sistema de tracción eléctrica para el funcionamiento de un vehículo monoplaza que permitirá contribuir a la conservación del medio ambiente, para el desarrollo del proyecto se empezará con una investigación de los tipos de sistemas de tracción eléctrica que ayuden a la movilidad del vehículo monoplaza, buscando el equilibrio del sistema de tracción seleccionado considerando que el mismo brinde economía, vida útil y

resistencia. Los sistemas de tracción eléctrica poseen características capaces de sustentar los requerimientos del conductor como son la potencia y torque.

Teniendo en cuenta el tamaño tanto en alto, largo y ancho del motor, el chasis del vehículo debe ser capaz de sostener y mantener sin problemas este tipo de sistema de tracción eléctrica; para lo cual se considerará las dimensiones del mismo y su ubicación en el chasis. El vehículo será capaz de ofrecer lo requerido por el piloto, ya que este tipo de tracción promete brindar las cualidades de cualquier otro tipo de sistema motriz. Además, que la implementación del mismo ayudará con la disminución de distintos tipos de contaminación ambiental y la disminución del tráfico especialmente en las horas pico.

## Capítulo II

### 2. Marco teórico

#### 2.1. Sistema de tracción eléctrica

Los inicios del primer sistema de tracción eléctrica tuvieron sus apariciones en el año 1835 diseñado por Sibrindus Stratingh, quien inspiró a su asistente Christopher Becker. La implementación de un sistema de tracción eléctrica tubo su auge en EE. UU por Thomas Davenport y Robert Davison en el año de 1842, aun que presentaban fallas como el problema de no tener una batería recargable que hace que su accionamiento sea limitado.

En el año de 1973 por parte de General Motors diseñó y construyó un vehículo con sistema de tracción eléctrica, con cargador de baterías, inspirado en las anteriores invenciones y pensando en los problemas que frecuentaban. Obtuvo un vehículo que brindara potencia y torque, aunque no era rival para los motores de combustión interna. (Yusuf & Rohmah, 2020).

#### Figura 1

*Vehículo eléctrico desarrollado por General Motors*

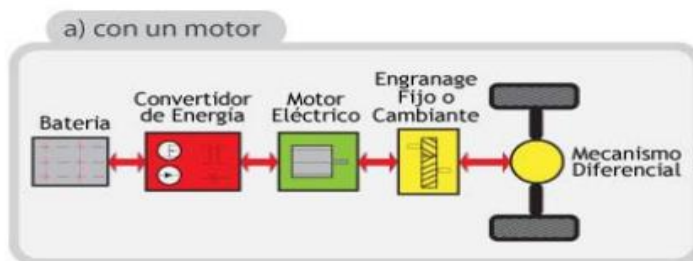


*Nota.* En la imagen se puede observar la conexión de las baterías recargables para este modelo de vehículo eléctrico. Tomado de (Yusuf & Rohmah, 2020).

El sistema de tracción eléctrica contiene de un motor que funciona a base de la electricidad unido directamente con el eje de la llanta, o incluso puede ser un motor eléctrico independiente para cada llanta para el movimiento de las mismas, a su vez para convertir la energía cinética de la tracción de las llantas en energía eléctrica, de este modo puede cargar en el acumulador mediante el sistema de freno regenerativo, a su vez mediante de un generador que alimentar a las baterías.

## Figura 2

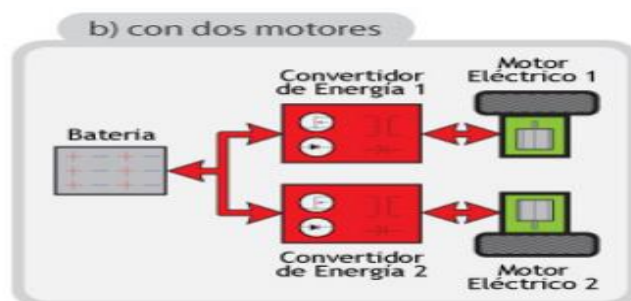
*Esquema de un vehículo con sistema de tracción eléctrica*



*Nota.* En la imagen se determina el primer esquema que consta el sistema de tracción eléctrica con un motor. Tomado de (Softservicio, 2019)

## Figura 3

*Esquema de un vehículo eléctrico con motores independientes.*





*Nota.* En la imagen se puede diferenciar los motores independientes para cada llanta del vehículo eléctrico. Tomado de (Softservicio, 2019)

## 2.2. Motores eléctricos

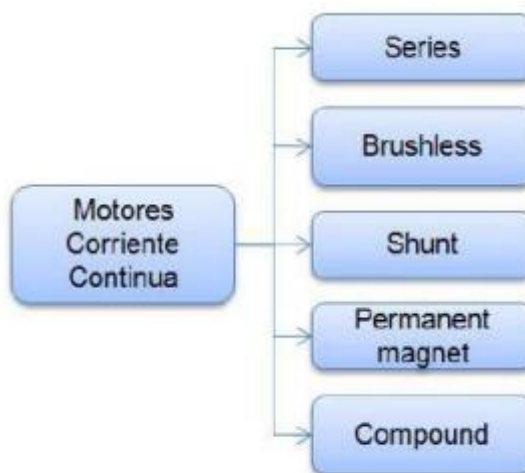
Un motor eléctrico transforma de la energía eléctrica en energía mecánica, estos motores eléctricos entregan curvas ideales para brindar tracción en los vehículos, o se puede decir que otorgan potencia que es constante en todo el rango de velocidades existentes, a su vez que proporcionan un par en bajas velocidades del vehículo además de dar un par de reducido a grandes velocidades. En la actualidad existen distintos tipos de motores eléctricos de corriente continua que son utilizados para vehículos de dos ruedas (Díez, 2019).

### 2.2.1. Motores de Corriente Continua

A continuación, se mencionan los motores eléctricos más comunes en la construcción de vehículos de dos ruedas.

#### Figura 4

*Tipos de motores DC*

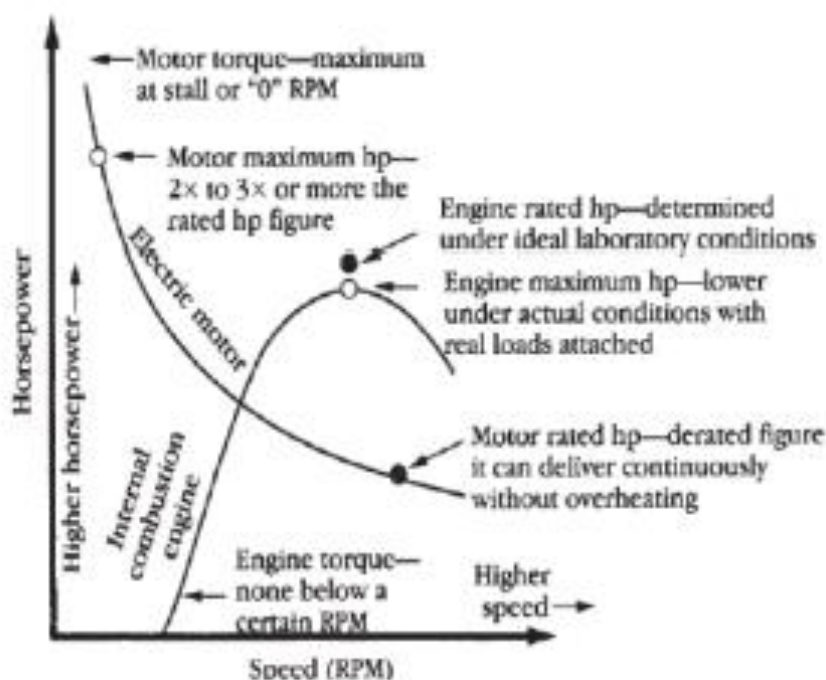


*Nota.* En la imagen se pueden observar los tipos de motores eléctricos utilizados para vehículos de dos ruedas. Tomado de (Díez, 2019)

La utilización de estos tipos de motores eléctricos para el desarrollo de implementación en motocicletas debido a que son capaces de desarrollar un alto torque a bajas revoluciones.

### Figura 5

*Comparación de motores entre los de combustión interna y los eléctricos*



*Nota.* En la imagen podemos apreciar las diferencias representativas entre un motor de combustión interna y un motor eléctrico. Tomado de (Lampadia, 2022)

#### 2.2.2. Motor de excitación en serie

Llevan su nombre así debido a que están conectados, desde el devanado del estator al devanado del rotor que se encuentra en serie, este es un tipo de motor de corriente continua. Como referencia es que la corriente del estator en su mayoría es semejante a la corriente del rotor.

**Figura 6**

*Motor de corriente continua en serie*



*Nota.* En la imagen se puede observar un modelo de motor eléctrico de corriente continua modelo Advanced DC BL-4001. Tomado de (Díez, 2019)

Este tipo de motor eléctrico se emplea cada vez que se necesite un par de arranque sobresaliente, como en el caso de los trenes, tranvías, etc.

- La potencia puede ser constante en cualquier nivel de velocidad que se presente.
- Las variaciones de tensión con la que se alimenta pueden afectar muy poco debido a que en un aumento de esta puede provocar un aumento de intensidad.

**2.3.3. Motor Shunt o paralelo**

El motor Shunt o comúnmente llamado motor en paralelo, su configuración consta de estar conectado el devanado del estator en conexión con el devanado existente en el rotor en paralelo, su funcionamiento es distinto a los motores de excitación en serie.

**Figura 7**

*Motor Shunt o paralelo*



*Nota.* En la figura se puede observar un modelo de este tipo de motor en paralelo, Shunt tipo estándar direccionamiento horizontal. Tomado de (Díez, 2019)

- Son capaces de funcionar como generador de corriente eléctrica.
- Tienen la capacidad de invertir la dirección de rotación, esto debido a que al cambiar su polaridad de cualquier bobina existente.

**2.2.4. Motor Compound**

Este es un tipo de motor eléctrico de corriente continua el cual es capaz de fusionar dos diferentes motores mencionados anteriormente, de excitación en serie y shunt, por lo que se podría considerar como una especie de motor híbrido, el cual puede brindar un mayor porcentaje de torque a diferencia del motor Shunt.

**Figura 8**

*Motor eléctrico de tipo compound*



*Nota.* En la figura se puede apreciar la estructura característica de un motor eléctrico de tipo Compound. Tomado de (Díez, 2019)

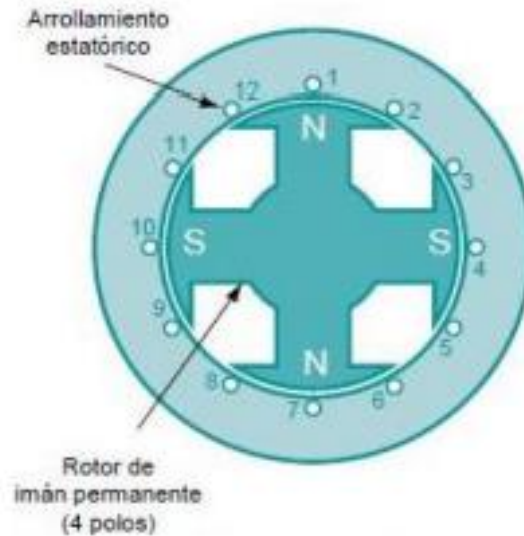
- Este tipo de motor es capaz de entregar un mayor torque debido a su estructura híbrida.
- El aumento de componentes característicos de este motor, puede funcionar a cualquier velocidad brindando un par constante.

#### **2.2.5. Motor de imán permanente**

Los motores eléctricos de este tipo, pueden utilizar la combinación de los campos magnéticos del imán y campos magnéticos del estator, es cuando el imán adaptado permanentemente puede producir un cierto flujo magnético con una masa muy pequeña.

**Figura 9**

*Sección de imanes permanentes de un motor eléctrico*



*Nota.* En la figura podemos considerar el funcionamiento del imán permanente dentro de este tipo de motor. Tomado de (Díez, 2019)

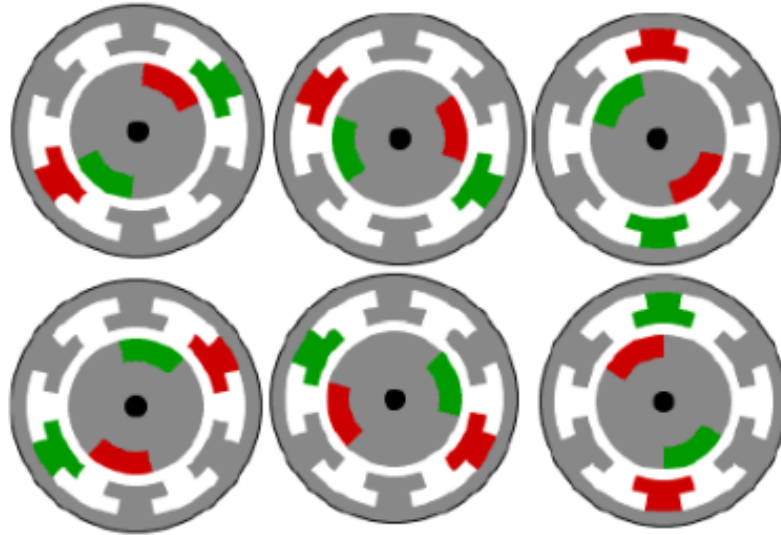
### **2.2.6. Motor Brushless**

El motor eléctrico llamado Brushless tiene nombres más conocidos como, motor eléctrico sin escobillas, motor trifásico síncrono. Tiene dichos nombres debido a que el término síncrono es cuando la velocidad de giro de este motor es igual a la velocidad de un campo magnético que se encuentra en el estator.

El motor Brushless posee el estator siendo este la parte fija, además allí se sitúa el bobinado. El rotor del motor es la parte móvil del mismo, aquí se encuentran los imanes permanentes, además del sensor Hall, el cual brinda los datos de lectura de la posición del rotor existente.

**Figura 10**

*Funcionamiento del motor Brushless*



*Nota.* En la figura mostrada se puede observar el principio de funcionamiento del motor Brushless. Tomado de (Díez, 2019)

- En este tipo de motor no posee escobillas, por lo que la corriente recorre directamente por las bobinas del estator, creando así un campo magnético gracias a los imanes permanentes.
- Es un motor pequeño, por lo cual es liviano que un motor con escobillas, pero con la misma salida de potencia.

## **2.3. Controladores**

### **2.3.1. Controlador**

Se conoce el funcionamiento del motor eléctrico que se necesita para propulsar un vehículo de dos ruedas, que es un motor de corriente continua sin escobillas, entonces mediante esta se crea una idea que es indispensable para llevar a cabo un control lógico sobre el estado sólido de transformación de energía eléctrica que proporciona el almacenamiento, es decir la batería, en energía mecánica, por lo que es fundamental necesitar de un comando para el circuito transistorizado para brindar

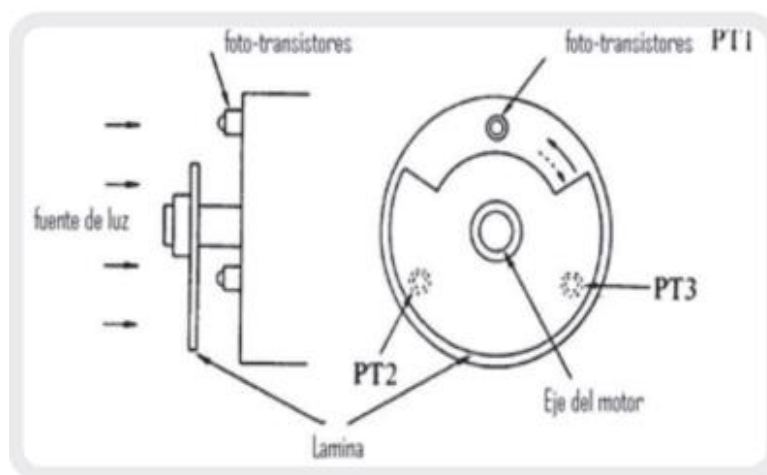
alimentación a las tres bobinas del motor con la precisión establecida correctamente mediante una lógica de funcionamiento determinado.(Bayar, 2018)

### **2.3.2. Principio de funcionamiento**

Para obtener un mejor entendimiento de la lógica de funcionamiento, tendremos como ejemplo un motor con las siguientes características: Posee tres bobinados, además de tres fototransistores útiles para la detección de posición de rotor.

**Figura 11**

*Motor BLDC*



*Nota.* En la figura presentada se puede observar la representación del motor BLDC con las características anteriormente mencionadas. Tomado de (Pantechsolutions, 2020)

Entonces el rotor existente en el motor está trabajando sujeto a un tipo de lámina que gira con el mismo además que es el objeto que delimita a los fototransistores, recibir directamente la luz, por ello se puede tener los distintos estados de cada sensor, por estos mismos permiten determinar en las entradas, todas sus variables ayudando a tener una lógica por la que se realiza el movimiento.

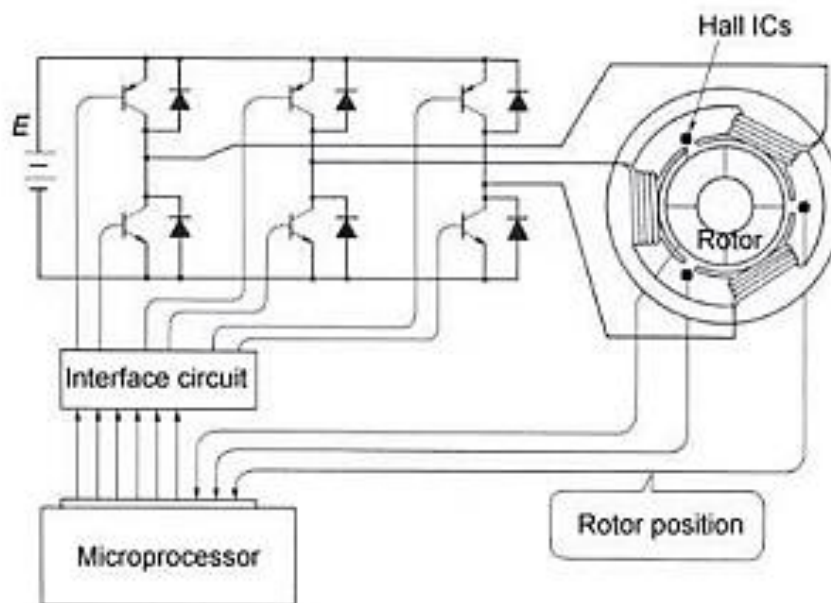


Debido a lo mencionado anteriormente, conociendo la posición del rotor, es aquí donde comienza la lógica secuencial del controlador para moverlo a una velocidad establecida, se puede obtener esto con energizar las bobinas del estator poniéndolo a prueba en diferentes tiempos requeridos.

Para energizar los embobinados ingresa al trabajo el controlador, debido a que de una sección de salida que contiene transistores, deben cumplir con los parámetros establecidos de velocidad y potencia que el ocupante necesite. Esto hace que la corriente recorra las fases, requiriendo de la posición del rotor. (Díez, 2019)

### Figura 12

*Comandos para el control del motor BLDC*



*Nota.* En la figura se puede explicar cómo funciona el controlador, cuando PT1 esté encendido, PT2 y PT3 están apagados, la lógica del controlador indica por cuál de los embobinados puede pasar la corriente para que gire en cualquiera de los sentidos.

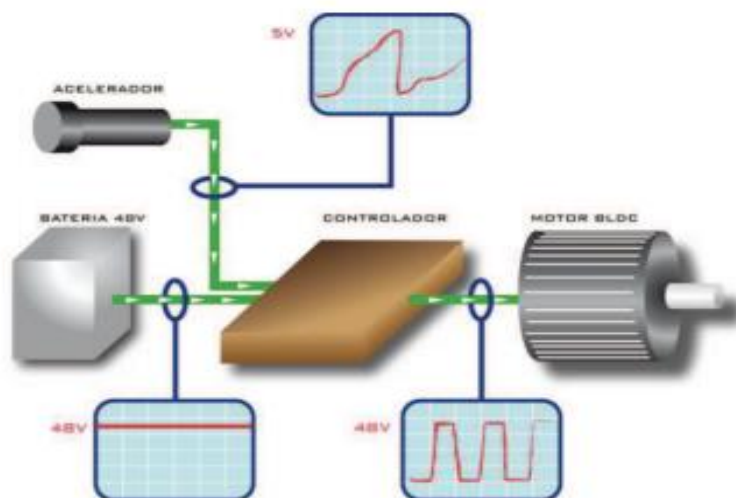
Tomado de (Pantechsolutions, 2020)

## 2.4. Aceleradores

Los aceleradores funcionan como instrumentos que permiten enviar señales mediante sensores estos pueden ser de tipo Hall, el cual recibe el controlador. El conductor es quien decide cuánto torque o velocidad necesita, por lo cual el controlador detecta estas señales para manipular al motor y funcionar acorde a esto. Los aceleradores necesitan de una alimentación de 5V y masa. (Bayar, 2018)

**Figura 13**

*Esquema de funcionamiento del acelerador*



*Nota.* En la figura se representa un esquema de orden de funcionamiento del acelerador, las señales emitidas por esta llegan al controlador, el cual al interpretarlas envía impulsos de voltaje los cuales son variable en tres distintas fases directamente al motor eléctrico, permitiéndole girar a menor o mayor velocidad dependiendo lo requerido por el conductor. Tomado de (Pantechsolutions, 2020)

**Figura 14***Acelerador de manilla*

*Nota.* En la figura presentada se puede observar un acelerador de manilla que brinda al controlador señales de onda de amplitud variable (0,9V – 4,8V). Tomado de (Bayar, 2018)

**2.5. Baterías**

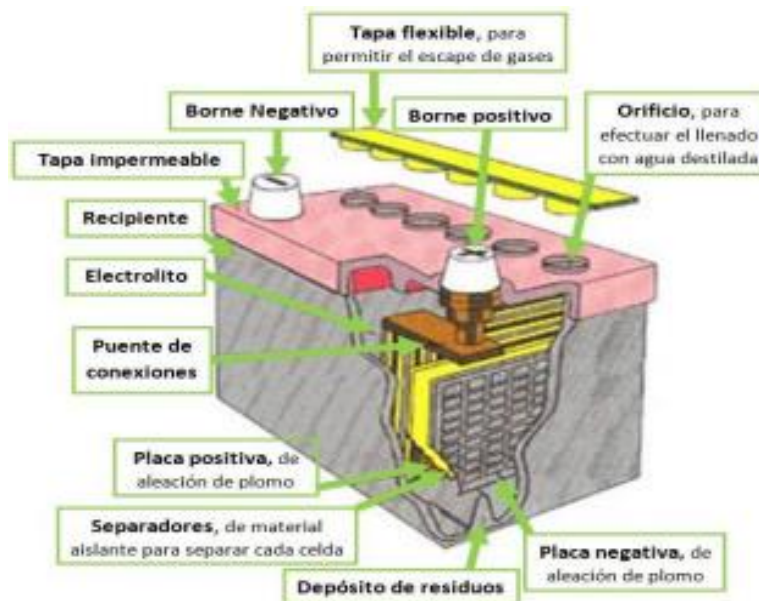
Existen distintos tipos de baterías que existen en la actualidad, pero para los vehículos impulsados por un motor eléctrico, necesitan tener la característica de ser recargables por cualquier sistema de recarga.

**2.5.1. Plomo-acido**

Este tipo de batería es húmeda, es utilizada principalmente en los vehículos híbridos, debido a que está compuesto por el depósito principal que alberga ácido sulfúrico y en este mismo están situados un conjunto de placas de plomo, donde se encuentran ordenados por la correspondiente polaridad.

Figura 15

Batería de Plomo-acido



*Nota.* En la figura presentada se puede observar como la placa positiva se encuentra en su exterior recubierta por el compuesto químico de dióxido de plomo ( $PbO_2$ ) y la placa negativa está rodeada de plomo esponjoso. Tomado de (Blacio et al., 2020)

### 2.5.2. Baterías de Plomo AGM

Esta batería es solo una variación de las baterías anteriormente mencionadas en donde los electrolitos están envueltos de una matriz de fibra de vidrio. Por ello estas baterías se encuentran selladas por lo que tienen la ventaja de no producir  $H_2$  al combinarse internamente.

### 2.5.3. Baterías de Plomo GEL

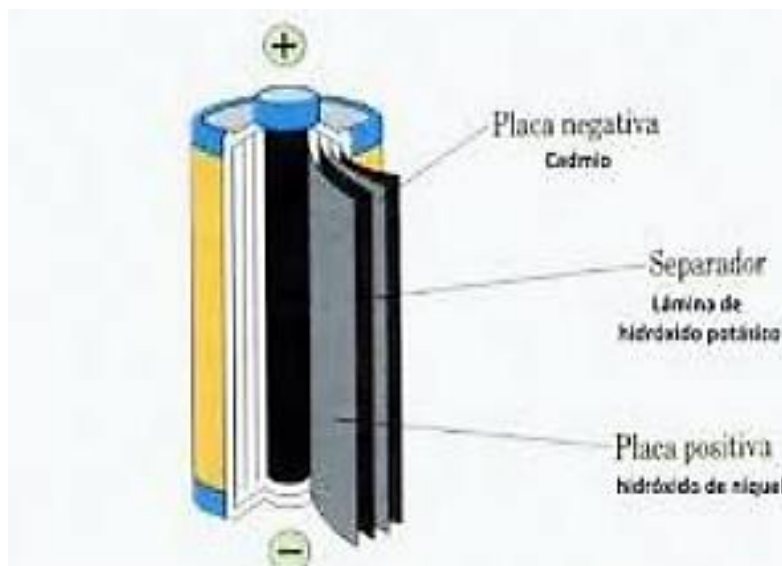
Al igual que la anterior batería, esta es una variación de las baterías de plomo-ácido, pero con la variación que el electrolito se presenta como forma de Gel, estas baterías también se encuentran selladas, por lo que producen un excelente funcionamiento a temperaturas bajas.

#### 2.5.4. Baterías Níquel Cadmio (NI-Cd)

Estas baterías están debidamente conformadas por un cátodo de hidrogeno de níquel, además de esto existe un ánodo de cadmio y un electrolito del compuesto llamado hidróxido potásico. (Blacio et al., 2020)

**Figura 16**

*Baterías de Níquel Cadmio*



*Nota.* En la figura se representa una batería de níquel cadmio en donde se puede observar los componentes y ubicación pertinente. Tomado de (Blacio et al., 2020)

#### 2.5.5. Baterías de Níquel Hidruro metálico (NI-MH)

Lo que caracteriza a estas baterías de Ni-Cd es porque el electrodo negativo hace uso de hidrógeno, este es absorbido por el compuesto químico llamado metal hidruro, pero sin la necesidad del compuesto cadmio, siendo este contaminante. Mientras que el electrodo positivo es un hidróxido de níquel (Blacio et al., 2020).

**Figura 17***Batería NI-MH*

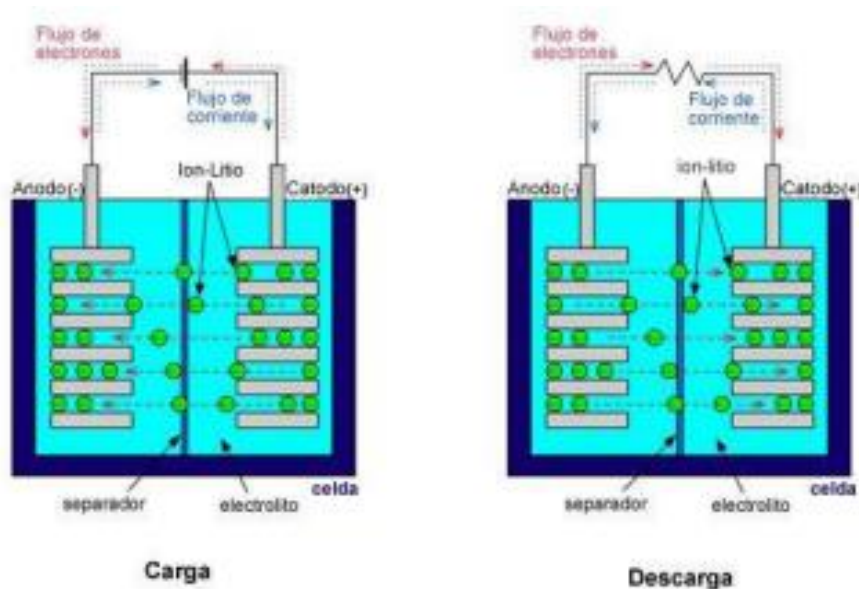
*Nota.* En la figura se puede observar la estructura interna de esta batería NI-MH comúnmente utilizada para vehículos eléctricos. Tomado de (Blacio et al., 2020)

**2.5.6. Baterías de Litio**

Estas baterías son muy comunes en el mundo del transporte eléctrico, aunque son las más costosas del mercado, tienen mayores ventajas que el resto de baterías. Una de estas ventajas, es que tienen una mayor capacidad, brindándole una mayor autonomía al vehículo. No necesitan mucho mantenimiento, además que tienen una larga vida útil y son reciclables en un 90%.

**2.5.7. Baterías de Ion Litio**

Contiene dos electrodos de metal inmersos distintamente en el electrolito líquido. Estas baterías tienen el electrodo negativo que es de litio que se encuentra intercalado con carbono que tiene forma de grafito. Mientras tanto el electrodo positivo es de óxido de litio y en su finalidad el electrolito es líquido del compuesto de sal de litio, el cual brinda iones (Díez, 2019).

**Figura 18****Baterías Ion Litio**

*Nota.* En la figura presentada se puede observar el proceso de carga y descarga de la batería, además de su composición física. Tomado de (Blacio et al., 2020)

### **2.5.8. Baterías de polímero de Litio (LI-PO)**

Estas baterías son conocidas también como de nueva generación, debido a que los electrodos en su mayoría son de óxido de polietileno, este electrolito continúa formado de sal de litio, pero actualmente se puede encontrar formado por una especie de gel que es quien evita el derramamiento. Haciendo a esta batería la más segura

### **2.5.9. Batería ZEBRA**

Son baterías que comúnmente se conoce como las de sal fundida, esto es por su electrolito. Estas baterías trabajan a temperaturas elevadas, casi a 250 C°, Es indispensable que se encuentren alejadas del resto de componentes del vehículo. Su vida útil es larga por lo que es rentable, aunque algo costosa en el mercado.

**Figura 19***Batería ZEBRA*

*Nota.* En la figura se puede observar la composición física de la batería, una de las más comunes para el almacenamiento de energía en el mundo del transporte eléctrico.

Tomado de (Blacio et al., 2020).



## Capítulo III

### 2.6. Generalidades del sistema a implementar

En primer lugar, tenemos los componentes del sistema de tracción eléctrica, por lo cual se hará un análisis a la capacidad del motor, para continuar con la autonomía que brinda la batería y finalmente el controlador, estas tres partes llegan a ser de gran importancia para un funcionamiento eficaz del motor eléctrico que se desea conseguir.

De tal modo, tenemos como primer punto al motor de cubo de rueda DC sin escobillas, ya que, para el presente proyecto se busca un instrumento confiable, de estándares altos y de igual prestaciones que se emplean para dar una potencia máxima al motor, por lo que se desea obtener “3000W (6,5 CV) con una batería de iones de litio con celdas LG con 60 voltios y 24 Ah y un controlador para todos los componentes auxiliares que se emplean en el vehículo monoplaza” (Lunye, n.d.) Además, el bastidor y la carrocería de fibra de vidrio van a trabajar en conjunto con lo mencionado anteriormente creando una carga adicional por ende debe, lograr una coordinación entre todos los componentes.

#### 2.6.1. Características del motor Brushless (BLDC)

En la actualidad este elemento de tracción eléctrica es de gran importancia en industria del parque automotor, dando así la opción a varias ventajas, dicho motor tiene prestaciones mejoradas como mayores rendimientos con menor número de interferencias electromagnéticas entregando alta eficiencia y fiabilidad.

La finalidad del que no se emplee las escobillas es que ocasionan un conflicto en la producción de arcos eléctricos, por ello sin esto se evita los ruidos que es causante de las interferencias, en este caso la ausencia de escobillas genera un mejor rendimiento termino porque el único que genera calor es la armadura del bobinado,

la cual forma parte del estator y está conecta la carcasa externa del motor logrando disipar el calor.

Entre las ventajas que este ofrece tenemos que no se produce fricción entre las escobillas entregando así más velocidad y par del motor, ahora también gracias a que hay menor inercia del rotor de una mayor estabilidad dinámica y al no haber limitaciones que ocurría por las escobillas y el conmutador ofrece mayor rango de velocidad con menor ruido.

Para concluir se afirma que en su tamaño el motor proporciona una gran fiabilidad para entregar torque, en esencia es de gran utilidad para el proyecto donde lo principal que se busca es la alta potencia con espacio y peso reducidos siendo factores que beneficia al vehículo monoplaza. (Automotriz, 2017)

### **2.6.2. Modelo de funcionamiento**

Para abarcar el tema del funcionamiento se debe hablar del modo de operación, iniciando con la parte estructural del motor BLDC, tenemos entre las partes fijas el estator, donde se ubican también los devanados y con su parte móvil que es el rotor de imanes permanentes. Ahora analizando la comparación entre el motor con escobillas, estas son las que se usan para la conmutación, esto quiere decir que daban la dirección perpendicular entre el campo magnético principal y el campo magnético de la armadura para que el motor funcione. Para el funcionamiento del motor sin escobillas, estas se cambian por un circuito electrónico que hace el trabajo de conmutador en conjunto con sensores de posición dentro del motor, con un inversor que permita controlar la dirección y posición del giro. (*Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Modelado y Simulación Del Funcionamiento y Control de Un Motor BLDC*, 2017)

## **2.7. Componentes del sistema de tracción eléctrico.**

### **2.7.1 Motor**

Sabemos que los motores eléctricos incrustados en la llanta generan un impacto a gran medida a los vehículos que se trasladan por dos llantas como lo son los scooters, esto debido a que su estructura compleja posee componentes capaces de brindar torque y potencia, además que tiene la capacidad de recargar las baterías.

Para la instalación del sistema de tracción electrónico que tendrá nuestro vehículo eléctrico de dos llantas, se va a utilizar el motor de cubo de rueda (brushless -sin escobillas). Este motor tiene la característica de que ya está instalada dentro de la llanta, esto permitirá que sus 3000 W de potencia se entregue directamente, es decir sin el uso de una cadena de transferencia de potencia, el vehículo pueda desplazarse.

### **Figura 20**

*Motor de cubo de rueda (Sin escobillas)*



*Nota.* En la figura se puede ver su estructura externa junto con sus datos técnicos de funcionamiento. Obtenido de: (Lunyee, n.d.)

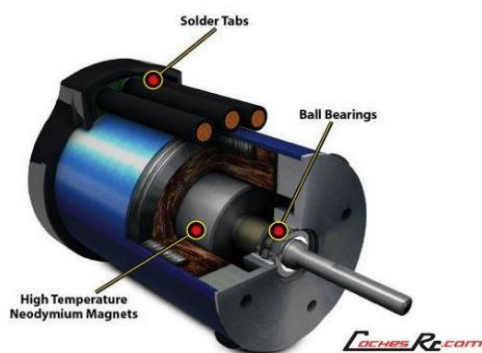
### 2.7.2. Principio de funcionamiento

El motor brushless que en español significa sin escobillas, es un tipo de motor que funciona con corriente directa por el bobinado que se ubica en el estator, por esta razón no utiliza de escobillas tampoco de un colector. El funcionamiento de este motor comienza mediante la corriente eléctrica que crea un campo electromagnético con acción recíproca con el campo magnético que es iniciado por los imanes permanentes existentes en el rotor, esto hace que exista una fuerza la cual crea el movimiento al rotor y por ende al eje del motor.

Al no tener escobillas ni colector, el componente que hace de controlador al rotor y su giro sea cual sea su dirección es el variador electrónico, este componente tiene como función básica es saber en qué posición se encuentra el rotor en cada ciclo, esta hace que la corriente que circule al motor sea el óptimo para el movimiento de rotación que compete (Automatizados & Bueno, 2020).

#### Figura 21

Motor brushless



*Nota.* En la figura se puede conocer la estructura interna de un motor sin escobillas que trabaja con corriente directa. (Automatizados & Bueno, 2020)

El motor que seleccionamos para nuestro sistema de tracción eléctrico, fue escogido debido a las siguientes ventajas:

- Tiene una potencia de 3000W
- Su respuesta a la aceleración es inmediata, esto debido a que se encuentra dentro de la llanta.
- Su mantenimiento es sencillo.
- No necesitamos métodos de recarga de baterías, ya que el motor es quien provee de dicha carga.
- No ocupa un espacio dentro de la estructura.

### **2.7.3. Controlador**

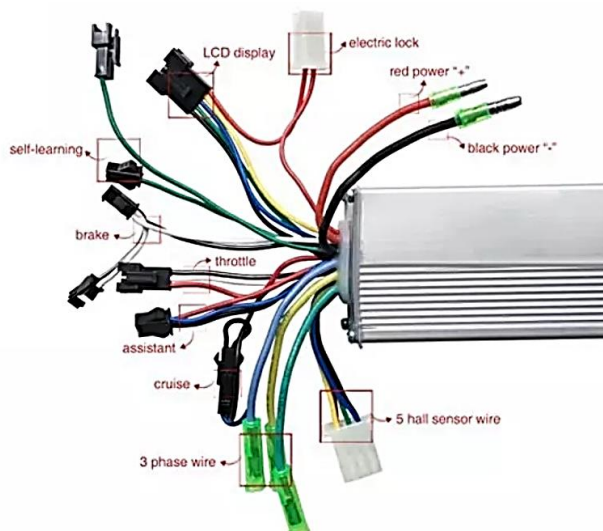
La participación del controlador dentro de nuestro sistema de tracción eléctrico es fundamental, debido a que este tendrá su papel como su nombre lo dice, controlar el motor para que este brinde su funcionamiento óptimo en cualquier situación.

El controlador que usaremos es un sistema que nos permitirá llevar un control lógico, ubicado después de la batería y antes del motor de cubo de rueda sin escobillas. Este componente tiene características especiales de acuerdo al tipo de motor que en nuestro caso trabaja con una potencia de 3000W y una batería de 60V.

- Marca Sunshine tree, EAN 0708311603933
- Tamaño 225x18x68mm
- Trabaja con una potencia de máximo 3050W
- Trabaja con un voltaje máximo de 100V.
- Trabaja con un límite de corriente de 80A

## Figura 22

Controlador Sunshine tree



*Nota.* En la figura se puede ver el controlador que vamos a instalar en nuestro vehículo monoplaza. Obtenido de (Lunyee, n.d.)

### 2.7.4. Batería

Todo vehículo con sistema de tracción eléctrico debe tener una base de almacenamiento, como lo conocemos como baterías, este componente tiene la función de ser un acumulador eléctrico con una característica fundamental de que debe ser recargable.

Para la selección de este componente se tomó en cuenta la compatibilidad tanto del motor como del controlador, esto para que su capacidad de funcionamiento sea el óptimo deseado, las características entonces son las siguientes:

#### Tabla 1

*Datos técnicos de la batería Ion-litio*

Especificaciones de la batería de Iones de litio de 60V	
Tipo de	Batería de iones de litio
Tensión Nominal	60V
Capacidad Nominal	24Ah
Peso	Alrededor de 6kg
Dimensión	Personalizado, con/sin funda impermeable
Max corriente de carga	de 5A
Max, corriente de descarga	de 60Amps
Estándar de carga	2,75 horas (referencia)
Carga rápida	2 horas (referencia)
Temperatura almacenamiento	de -20 °C ~ + 60 °C

*Nota.* En la tabla mostrada se puede obtener los datos de fábrica de la batería de iones de litio, el cual es conveniente para el funcionamiento óptimo de nuestro sistema de tracción eléctrico. (Amazon.es, 2020b)

**Figura 23**

*Batería tipo maletín (compatible)*



*Nota.* En la figura se observa una batería de tipo maletín, marca Citycoco, esta batería es la más compatible al motor de 3000W de potencia seleccionado acorde a nuestro sistema de tracción eléctrico, de acuerdo a su capacidad de almacenaje. (Amazon.es, 2020a)

Esta batería tiene ventajas que se acomodan con nuestro vehículo eléctrico, esto por qué:

- Tiene una estructura rectangular capaz de adaptarse a la superficie del piso de nuestro vehículo eléctrico.
- Tiene una gran capacidad de almacenamiento eléctrico, adaptable a motores con potencias menores a 3000W.
- Su instalación es sencilla.
- Es recargable.

**2.7.5. Acelerador**

En cuanto a este componente, la importancia del mismo es dar el control al piloto para manejar la potencia y torque que entrega el motor al sistema de tracción.



Para la obtención de este componente fue necesario la investigación del mismo, esto porque en el mercado existen manillas de aceleración adaptables.

La utilización de las manillas de aceleración es importante, aunque su utilización en nuestro proyecto es más por su sencillo funcionamiento, ya que su principio de actuación es igual al de las motos convencionales. La aceleración empieza por las señales que genera la manilla cuando es desplegada hacia adelante, estas señales las recepta el controlador quien lo interpreta y envía la corriente necesaria situada en la batería, esta energía eléctrica llega hacia el motor que gira la llanta dependiendo de la lógica de control de nuestro controlador.

#### **Figura 24**

*Manillas de aceleración*



*Nota.* En la figura se observa las manillas de aceleración, que es adaptable a nuestro sistema de tracción eléctrico. (Yaesta.com, 2020)

Este elemento fue seleccionado debido a las ventajas de fabricación:

- Es adaptable, debido a sus pocos cables de conexión
- Su utilización es sencilla, esto para que el piloto tenga una buena adaptación en el manejo del vehículo.
- No ocupa mucho espacio dentro de los mandos.

- En cuanto a la señal que produce, no ocupa mucho voltaje de la batería principal.

## 2.8. Montaje de componentes

El proceso de instalación de cada componente adquirido anteriormente, empieza con la adaptación de la carrocería del vehículo monoplaza. Esto a medida que reconozcamos el tamaño y composición de la misma, por lo que luego de su inspección se conoce los espacios en donde se podrá ubicar dichos elementos.

### 2.8.1. Instalación del motor eléctrico

En primer lugar, la estructura en donde se va a implementar es una motoneta tipo scooter, esta motoneta fue seleccionada debido a su estructura sencilla que pos permitiría la adaptación de nuestro sistema de tracción. El motor que adaptaremos es un motor brushless que significa sin escobillas.

#### Figura 25

*Llanta con motor brushless de 3000W*



*Nota.* En la figura se puede ver el motor brushless el cual ya viene instalado dentro del cubo de la llanta, además de que la misma lleva marcado la dirección de rotación.

- Primero limpiamos la llanta.
- Continuamos después engrasando las cuencas en donde se conectarán los pernos que sostendrán la llanta en la estructura, como si de una bicicleta se tratara, esto con la finalidad de que en el momento de que exista un fallo en el motor y necesite reparación se pueda desarmar con facilidad.
- Es recomendable ajustar estos tornillos de sujeción con 12N usando un torquímetro.
- Los accesorios que complementan a la llanta se anclan a la misma estructura cerca de los pernos de sujeción.
- Al lado derecho del motor con la llanta se conecta esta el apartado del freno de disco, su conexión consta solo de dos pernos.
- Luego se comienza con la guía de cables que surgen del motor, los cuales se las guía por la estructura ordenadamente para evitar inconvenientes después.

### **Figura 26**

*Ajuste del motor eléctrico de cubo de llanta en la carrocería*



*Nota.* En la figura se aprecia la instalación de la llanta el cual venía implementado en su aro el respectivo motor eléctrico.

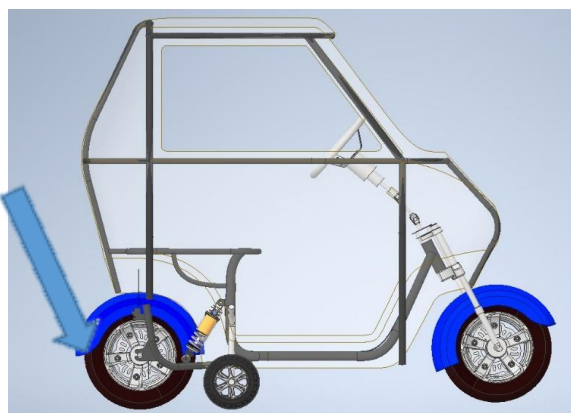
- Dentro de lo que viene a ser su instalación, del ancho de la llanta es compatible con las medidas de la llanta original del scooter, la selección del

motor eléctrico el cual ya estaba con la llanta nos favoreció debido a que no ocuparía un espacio en la carrocería.

- No era necesario adaptar la estructura de la carrocería para el motor.
- La ubicación del motor nos favorece a que no es necesario de cadenas o algún modo existente para transmitir el torque y potencia del motor a la llanta, en cambio la llanta con el motor eléctrico brindará directamente su potencia.

### Figura 27

*Simulación de instalación del motor en la carrocería*



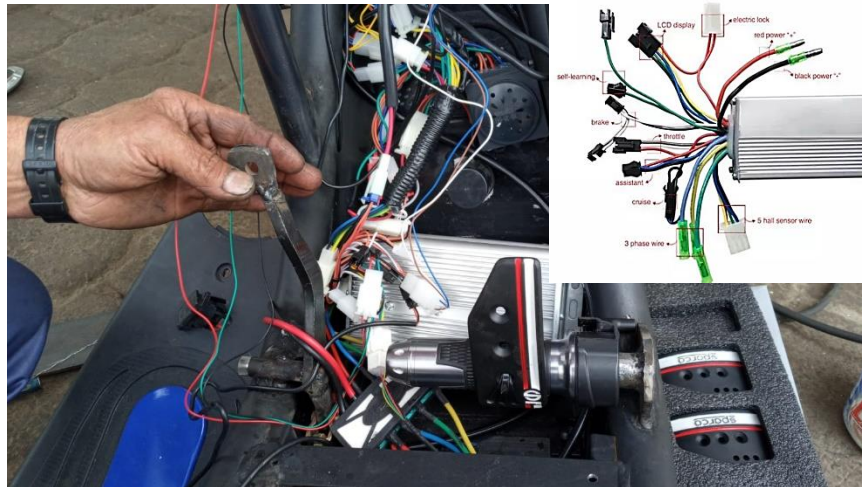
*Nota.* En la figura se puede ver que la ubicación del motor eléctrico implementado dentro del aro de la llanta favorece al espacio de la estructura del vehículo.

#### **2.8.2. Conexión del controlador**

La implementación de este componente es vital, debido a que, mediante este, el motor eléctrico funcionará acorde al piloto lo necesite. Su instalación depende mucho del manual del controlador, este es en función de su color de cable. El controlador que adoptaremos para nuestro sistema de tracción eléctrica es compatible con nuestro motor, debido a esto hay que seguir un orden de conexión.

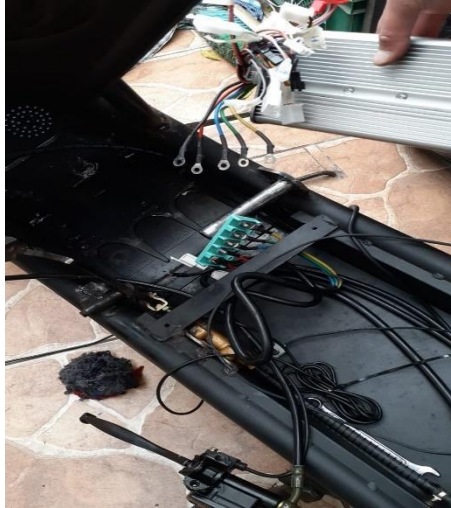
## Figura 28

*Puntos de conexión del controlador marca Sunshine tree*



*Nota.* En la figura comprende todos los puntos de conexión del controlador que están acorde al tipo de motor eléctrico que seleccionamos para nuestro vehículo con sistema de tracción eléctrica. (Afrodtie.com, 2020)

- Como primer paso para la instalación de nuestro controlador sunshine tree, debemos guiar los cables que salen del motor eléctrico hacia donde colocaremos al controlador.
- Limpiamos los cables que vienen de entrada y salida de la batería, esto para evitar problemas a futuro.
- Quitamos las impurezas del controlador, debido a que este fue trasladado de externos hacia nosotros.

**Figura 29***Controlador Sunshine tree*

*Nota.* En la figura se observa la ubicación en donde instalaremos nuestro controlador, siguiendo el color desinstalación del motor y la batería como se puede diferenciar.

- Tomando en cuenta los colores los conectaremos, para esto se necesitan pequeñas sujeciones, esto dependerá de la adquisición del controlador, porque siempre vienen con un método diferente de sujeción.
- Amarillo, azul y rojo son las entradas principales a la batería, motor y manillas de aceleración correspondientemente.

**Figura 30**

*Conexión complementaria del controlador Sunshine tree*



*Nota.* En la figura se aprecia el cableado del scooter que se adapta con las salidas de conexión del controlador.

- En cuanto a los conectores, estas vienen directamente del tablero, en estos cables se observan los cables de luz, direccionales, indicadores de fallas, frenos, estado de la batería.

Su conexión es sencilla puesto que hay que seguir los colores que componen cada entrada, es decir de direccionales es de cable rojo amarillo y morado, para lo cual debe ir conectado al controlador con una salida que salga de este con el mismo color señalado.

### ***2.8.3. Instalación de la batería***

Para la instalación de la batería se emplea dos puertos de conexión para que las mismas aporten una mayor autonomía con la conexión en serie que están tienen, así de esta manera aumentando el voltaje mas no el amperaje, con su espacio



respectivo para no incomodar al conductor, tiene una estructura rectangular capaz de adaptarse a la superficie del piso de nuestro bastidor en vehículo eléctrico.

En prestaciones la batería que emplea el vehículo eléctrico es de alta capacidad de almacenamiento, adaptable a motores con potencias menores a 3000W, en ventaja se tiene que su instalación es sencilla y de garantía para ser una fiable batería recargable.

### **Figura 31**

#### *Batería recargable*



*Nota.* En la figura se aprecia la batería de ion-litio con capacidad de 60V recargable.

#### **2.8.4. Adaptación del acelerador**

Como ya fue mencionado las características del componente en este caso se hablará de la instalación y la modificación, se adapta como acelerador de pie ya que se cambió de manillar a volante para el sistema de dirección, esto contribuiría a adaptación del bastidor siendo este no muy ancho para que sea un vehículo idóneo para movilidad en tráfico urbano.

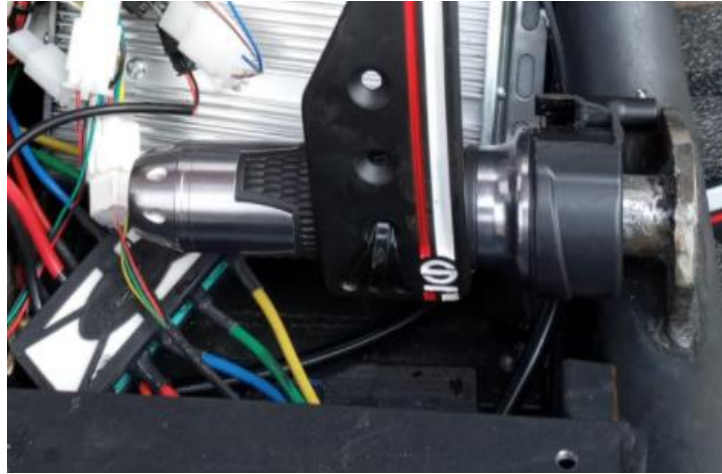
Con la ausencia de manillar se debe cambiar la posición del acelerador, este debe ir adaptado al pie como un pedal así facilita manejar al conductor priorizando



siempre mantener las manos en el volante, se soldó un tubo del diámetro del manillar en el piso del vehículo para que el acelerador ingrese normalmente y se colocó un soporte para poder pisar y así accionar el movimiento del motor.

### **Figura 32**

*Mecanismo de acelerador*



*Nota.* En la figura podemos observar la adaptación que se empleó para colocar el acelerador en el piso.

## Capítulo IV

### 4. Pruebas de funcionamiento

Primera prueba compete las capacidades que ofrece el motor montado en la estructura, según lo esperado ofrece altas prestaciones con un par y velocidad de 8,11 Nm y 45 Km/h respectivamente, idóneo para la movilidad en un tráfico urbano con respaldo de la ficha técnica.

Segunda prueba es la autonomía de la batería de 60V con datos favorables de trabajo de 80km de operación hasta agotar la capacidad que ofrece y realizar su próxima carga en este caso se puede duplicar la autonomía con la compra de una segunda batería esta tiene un costo de \$300.

#### 4.1. Análisis de resultados

Para el análisis es primordial verificar el tablero para ello se debe identificar las conexiones que van desde el controlador hacia el tablero.

#### Figura 33

*Revisión de conexiones de los testigos del tablero*



*Nota.* En la figura podemos evidenciar conexiones y algunas adaptaciones para el cableado que van al tablero de instrumentos.

Para añadir un segundo análisis al tener una correcta conexión e instalación se podrá evidenciar los parámetros como es el estado y nivel de batería, así como la temperatura, la velocidad a la que se mueve el vehículo y los indicadores como las luces esto garantizara al piloto un mayor control al conducir.

### Figura 34

*Verificación de indicadores de testigos en el tablero*

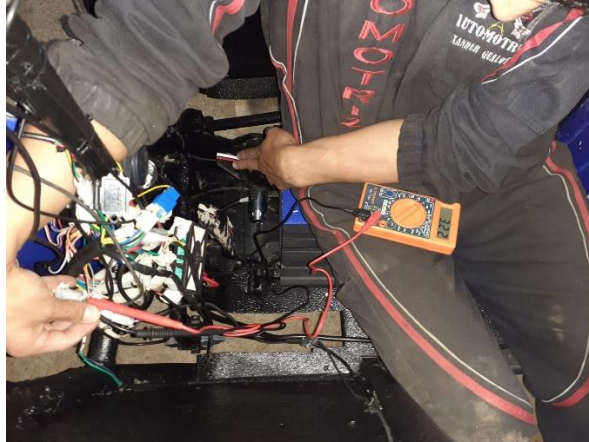


*Nota.* En la figura se observa el estado y nivel de batería, así como la temperatura, la velocidad a la que se mueve el vehículo y los indicadores como las luces.

Con respecto a un tercer análisis se verifica el voltaje de señal que emite el acelerador hacia el controlador de esta manera aseguraríamos un movimiento del motor al momento de pisar el pedal con el selector colocado en primera velocidad dando así un dato de 3.22 voltios comprobando su accionamiento.

**Figura 35**

*Medición de señal del acelerador al controlador*



*Nota.* En la figura se toma la medición de señal de voltaje al accionar el pedal del acelerador.

**Figura 36**

*Medición de señal del controlador al motor*



*Nota.* En la figura se toma la medición de señal de voltaje al accionar el pedal del acelerador esta muestra una variación con un dato de 4.29 voltios.

## Capítulo V

### 5. Marco administrativo

#### 5.1. Recursos humanos

Los participantes que fueron los autores en el proyecto de titulación, son nombrados en la siguiente tabla, junto con la cual se especifica su aporte al mismo.

**Tabla 2**

*Recursos humanos*

Nombres	Aporte
Pilco Puma Walter Vinicio	Edificación y elaboración del proyecto.
Gualotuña Nasimba Wilmer Alexander	Edificación y elaboración del proyecto.
Ing. Jaime León Almeida.	Director y asesor general de Monografía.

#### 5.2. Recursos tecnológicos

Se determina recurso tecnológico a todas las herramientas, equipos e implementos que fueron de ayuda el progreso de construcción del proyecto de titulación, a su vez también a los equipos que ayudaron en lo textual. En la siguiente tabla se definirá los recursos tecnológicos junto con su valor respectivo.

**Tabla 3***Recursos Tecnológicos*

Orden	Recurso tecnológico	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Software Autodesk Inventor	1	\$ 50.00	\$ 50.00
2	MICROSOFT OFFICE	1	\$ 27.20	\$ 27.20
			<b>Total:</b>	\$ 77.20

**5.3. Recursos Materiales**

Los recursos en tanto a los materiales son los elementos mecánicos que forman parte de la estructura del proyecto de titulación, a continuación, en la tabla siguiente constaran todos los recursos utilizados además de sus valores correspondientes.

**Tabla 4***Recursos Materiales*

Orden	Recurso material	Cantidad	Valor unitario	Valor total
1	Motor brushless DC de cubo de llanta.	1	\$500.00	\$500.00
2	Controlador 60V	1	\$60.00	\$60.00
3	Manilla de scooter	2	\$21.00	\$42.00
4	Batería Ion de Litio	1	\$300.00	\$300.00
			<b>Total:</b>	\$902.00

#### 5.4. Presupuesto

Después de determinar toso los recursos existentes como son tecnológicos y materiales, los cuales fueron de importancia en la construcción del proyecto de titulación, a continuación, se establecerá una tabla donde se detallará los valores invertidos de recursos, adjuntando a esto se añadita el presupuesto de imprevistos que fueron apareciendo en el transcurso de la elaboración del proyecto.

**Tabla 5**

*Presupuesto*

Orden	Recursos	Total
1	Recursos tecnológicos	\$ 77.20
2	Recursos materiales	\$ 902.00
3	Imprevistos	\$ 146.00
	<b>Total:</b>	<b>\$ 1126.08</b>

## Conclusiones

- Se concluye que con la investigación de los sistemas de tracción eléctrica determinando que los más favorables para el proyecto es la denominación de motores eléctricos de corriente continua, siendo así factible la adquisición de un motor de cubo de rueda DC sin escobillas por las ventajas y las prestaciones que este puede brindar.
- Se concluye que la selección de los componentes, son aquellos que permiten una movilidad confiable siendo así para el conductor un vehículo fácil de manejar y con prestaciones en Potencia significativa, Economía de consumo, Estética, Seguridad, Habitabilidad, Confort.
- Para terminar, tras el análisis se implementan los componentes idóneos para el buen funcionamiento del vehículo monoplace, como es el motor ya mencionado, el controlador, la batería de 60V y acelerador adaptado al piso con esto logramos que los componentes trabajen en conjunto para la movilidad de vehículo monoplace.
- En definitiva, el vehículo monoplace es un transporte que beneficia al medio ambiente y da otro entorno al futuro del parque automotor, para que las siguientes generaciones empleen de guía el proyecto y así creen un equipo sustentable para la movilidad en ambientes urbanos.



## Recomendaciones

- Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo al controlador, debido a que está expuesto en la base del vehículo monoplaza, por lo que el ingreso de polvo podría causar daños a futuro.
- Para la instalación del motor eléctrico de cubo de llanta, se debe tomar en cuenta la dirección de rotación. Esta señal está situada en la propia llanta.
- Se recomienda usar controladores que sean capaces de trabajar con el número de voltaje de las baterías, esto para evitar quemar el controlador.
- Se recomienda usar pernos galvanizados para anclar el controlador a la carrocería, debido a que tienen la característica de ser inoxidable, esto ayudará a evitar en un futuro problemas en poder retirar este componente para su mantenimiento.
- Se recomienda señalar los cables de salida del controlador en caso de ser desarmado, esto ayudará al momento de la instalación conocer con cuál va conectado.

## Bibliografía

- Afrodite.com. (2020). *E-Bike Controller Controlador Eléctrico De Scooter con Pantalla LCD*.  
[https://www.afrodite.com/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=668059](https://www.afrodite.com/index.php?main_page=product_info&products_id=668059)
- Amazon.es. (2020a). *Batería de Maleta para Scooter Eléctrica Citycoco 60V/15Ah (60V, 15Ah, Litio, Maleta, Compatible con los Modelos Gran Scooter) - Negro* (p. 01).  
<https://www.amazon.es/Batería-Maleta-15Ah-Citycoco-Modelo/dp/B0769W4XQK?th=1>
- Amazon.es. (2020b). *Batería de Maleta para Scooter Eléctrica Citycoco 60V/20Ah (60V, 20Ah, Litio, Maleta, Compatible con los Modelos Gran Scooter) - Negro* (p. 02).  
<https://www.amazon.es/dp/B089Q6QQM1?tag=cisvial-21&linkCode=osi&th=1&keywords=batería%2Bde%2Bmoto%2Belectrica%2B60v>
- Automatizados, S. I., & Bueno, D. (2020). *Motor eléctrico brushless : Funcionamiento y características Componentes del motor brushless : Motor eléctrico brushless : Funcionamiento y características*. 1–7.
- Automotriz, E. D. E. I. (2017). *Trabajo de titulación*.
- Bayar, S. (2018). *SISTEMA DE CONTROL PARA EL MOTOR DEL PROTOTIPO DE UN AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17*.
- Blacio, W., Carrion, C., & Narváez, I. N. G. P. (2020). *HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS*.
- Díez, P. (2019). *Principios básicos del vehículo eléctrico*. 1–77.  
<http://uvadoc.uva.es/handle/10324/36790>
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Modelado y Simulación del Funcionamiento y Control de un Motor BLDC*. (2017).
- Issn, O., Rocha-hoyos, J., Tipanluisa, L. E., & Reina, S. W. (2017). *Información tecnológica Evaluación del Sistema de Tracción en un Evaluation traction system of*

*electric vehicle a two-seat. i*, 4–11.

Lampadia. (2022). La muerte del motor de combustión interna. *Una Revolución Que Duró Más de Un Siglo*. <https://www.lampadia.com/analisis/tecnologia/la-muerte-del-motor-de-combustion-interna/>

Pantechsolutions. (2020). *BLDC Motor control*. What Is BLDC Motor Control? <https://www.pantechsolutions.net/bldc-motor-control>

Primicias. (2019). *Quito es la sexta ciudad con mayor congestión vehicular*. 1–9.

Softservicio. (2019). *Coche Híbrido*. <http://www.softservicio.com/coche-electrico/coche-hibrido/>

Yaesta.com. (2020). *VOTOL Acelerador para Scooter Eléctrico, Funciona en Z6, Qs Motor, Interruptor de Combinación Incluido*. <https://www.yaesta.com/b08p2d8rv3-votol-acelerador-para-scooter-elctrico-funciona-en-z6-qs-motor-interruptor-de-combinacin-incluido/p>

Yusuf, N., & Rohmah, T. (2020). View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk. *PENGARUH PENGGUNAAN PASTA LABU KUNING (Cucurbita Moschata) UNTUK SUBSTITUSI TEPUNG TERIGU DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG ANGKAK DALAM PEMBUATAN MIE KERING*, 274–282.

ד, בורשטיין, (2017). No Titleהארץ. הכי קשה לראות את מה שבאמת לנגד העיניים. 8.5.2017.

Afrodte.com. (2020). *E-Bike Controller Controlador Eléctrico De Scooter con Pantalla LCD*. [https://www.afrodte.com/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=668059](https://www.afrodte.com/index.php?main_page=product_info&products_id=668059)

Amazon.es. (2020a). *Batería de Maleta para Scooter Eléctrica Citycoco 60V/15Ah (60V, 15Ah, Litio, Maleta, Compatible con los Modelos Gran Scooter) - Negro* (p. 01). <https://www.amazon.es/Batería-Maleta-15Ah-Citycoco-Modelo/dp/B0769W4XQK?th=1>

Amazon.es. (2020b). *Batería de Maleta para Scooter Eléctrica Citycoco 60V/20Ah (60V,*

- 20Ah, Litio, Maleta, Compatible con los Modelos Gran Scooter) - Negro (p. 02).  
<https://www.amazon.es/dp/B089Q6QQM1?tag=cisvial-21&linkCode=osi&th=1&keywords=batería%2Bde%2Bmoto%2Belectrica%2B60v>
- Automatizados, S. I., & Bueno, D. (2020). *Motor eléctrico brushless : Funcionamiento y características Componentes del motor brushless : Motor eléctrico brushless : Funcionamiento y características*. 1–7.
- Automotriz, E. D. E. I. (2017). *Trabajo de titulación*.
- Bayar, S. (2018). *SISTEMA DE CONTROL PARA EL MOTOR DEL PROTOTIPO DE UN AUTO ELÉCTRICO BIPLAZA UTA-CIM17*.
- Blacio, W., Carrion, C., & Narváez, I. N. G. P. (2020). *HÍBRIDOS Y ELÉCTRICOS*.
- Díez, P. (2019). *Principios básicos del vehículo eléctrico*. 1–77.  
<http://uvadoc.uva.es/handle/10324/36790>
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Modelado y Simulación del Funcionamiento y Control de un Motor BLDC*. (2017).
- Issn, O., Rocha-hoyos, J., Tipanluisa, L. E., & Reina, S. W. (2017). *Información tecnológica Evaluación del Sistema de Tracción en un Evaluation traction system of electric vehicle a two-seat. i*, 4–11.
- Lampadia. (2022). La muerte del motor de combustión interna. *Una Revolución Que Duró Más de Un Siglo*. <https://www.lampadia.com/analisis/tecnologia/la-muerte-del-motor-de-combustion-interna/>
- Pantechsolutions. (2020). *BLDC Motor control. What Is BLDC Motor Control?*  
<https://www.pantechsolutions.net/bldc-motor-control>
- Primicias. (2019). *Quito es la sexta ciudad con mayor congestión vehicular*. 1–9.
- Softservicio. (2019). *Coche Híbrido*. <http://www.softservicio.com/coche-electrico/coche-hibrido/>
- Yaesta.com. (2020). *VOTOL Acelerador para Scooter Eléctrico, Funciona en Z6, Qs*

*Motor, Interruptor de Combinación Incluido*. <https://www.yaesta.com/b08p2d8rv3-votol-acelerador-para-scooter-elctrico-funciona-en-z6-qs-motor-interruptor-de-combinacin-incluido/p>

Yusuf, N., & Rohmah, T. (2020). View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk. *PENGARUH PENGGUNAAN PASTA LABU KUNING (Cucurbita Moschata) UNTUK SUBSTITUSI TEPUNG TERIGU DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG ANGKAK DALAM PEMBUATAN MIE KERING*, 274–282.

ד, בורשטיין, (2017). No Title הארץ העינים. מה שבאמת לנגד העינים. 8.5.2017.

