



**Implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de  
vehículo eléctrico en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la  
Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE.**

Chipantiza Elbay, Carlos Sebastián y Tipanluiza Muela, Alex Paul

Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Trabajo de integración curricular, previa a la obtención del título de Tecnólogo Superior en  
MecánicaAutomotriz

Ing. Carrera Tapia, Romel David Mgtr.

Latacunga

24 de agosto del 2023

## Reporte de verificación de contenido



### MONOGRAFIA CHIPANTIZA Y TIPANL...

#### Scan details

Scan time:  
August 23th, 2023 at 19:12 UTC

Total Pages:  
35

Total Words:  
8700

#### Plagiarism Detection



9.6%

Types of plagiarism		Words
Identical	5.1%	448
Minor Changes	2.4%	211
Paraphrased	2%	173
Omitted Words	0%	0

#### AI Content Detection

N/A

Text coverage  
 AI text  
 Human text

#### 🔍 Plagiarism Results: (53)

##### 🌐 Los vehículos eléctricos

1%

[https://www.nebrija.com/la\\_universidad/facultades/facultad-...](https://www.nebrija.com/la_universidad/facultades/facultad-...)

Loreto Inés Roás Valera

Los vehículos eléctricos Loreto Inés Roás Valera Universidad Antonio de Nebrija 25/11/2011 1 ÍNDICE Introducción 2 Medio ambiente ...

##### 🌐 Loreto roas coches-electricos

1%

<https://www.slideshare.net/javiluna123/loreto-roas-cochesel...>

HomeExploreSubmit Search UploadLoginSignup Loreto roas coches-electricos Report javiluna123Follow Dec. 2, 2019•0 likes•40 v...

##### 🌐 Los vehículos eléctricos - PDF Free Download

1%

<https://docplayer.es/874128-los-vehiculos-electricos.html>

Iniciar la sesión ...

Ing. Carrera Tapia, Romel David  
C.C 0503393258

DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN



**Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

**Certificación**

Certifico que el trabajo de integración curricular: **"Implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE."** fue realizada por los señores **Chipantiza Elbay, Carlos Sebastian y Tipanluiza Muela, Alex Paul**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

**Latacunga 22 de agosto del 2023**

Firma:

**Ing. Carrera Tapia, Romel David Mgtr.**

**C. C. 0503393258**



**Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

**Responsabilidad de Autoría**

Nosotros, **Chipantiza Elbay, Carlos Sebastian**, con cédula de ciudadanía N° 185027720-1, y **Tipanluiza Muela, Alex Paul**, con cédula de ciudadanía N° 175091771-6, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE"** 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 22 de agosto del 2023**

**Chipantiza Elbay, Carlos Sebastian**

C.C.: 1850277201

**Tipanluiza Muela, Alex Paul**

C.C.: 1750917716



**Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

**Autorización de Publicación**

Nosotros, **Chipantiza Elbay, Carlos Sebastian**, con cédula de ciudadanía N° 185027720-1, y **Tipanluiza Muela, Alex Paul**, con cédula de ciudadanía N°175091771-6 autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

**Latacunga 22 de agosto del 2023**

**Chipantiza Elbay, Carlos Sebastian**

C.C.: 1850277201

**Tipanluiza Muela, Alex Paul**

C.C.: 1750917716

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de titulación se lo dedico en primer lugar a Dios quien ha sido mi guía y fortaleza para poder alcanzar esta meta.

Con todo mi corazón se lo dedicó a mis padres Nelly y Gustavo a mi hermano Kevin a mis tíos Elvia y Gonzalo por el sacrificio que han hecho y por su apoyo incondicional.

Quienes estuvieron en los momentos más difíciles de mi carrera estudiantil hasta el final infinitas gracias a ellos por apoyar siempre mis sueños metas e ilusiones.

Que confiaron en mi capacidad es lo que me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño más pues sin ellos no lo habría logrado estaré eternamente agradecido por sus consejos y sacrificio desinteresado.

Y sin olvidar a mis grandes amigos quienes durante todo este proceso estuvieron conmigo gracias por sus consejos y palabras de aliento con el fin de verme triunfar y ser exitoso en la vida.

**Chipantiza Elbay, Carlos Sebastian**

## Dedicatoria

El proyecto realizado se lo dedico a mi familia, Klever, Juan, y Daniela por ser parte fundamental en el proceso regalándome su tiempo y apoyo cada día para seguir adelante. A mis padres por el sacrificio que han hecho por hacer lo posible para poder llegar a estas instancias.

De manera especial a mi madre por enseñar a no rendirme en los momentos que más difíciles parezcan ya que sin ella todo tendría un peso muy elevado en mi vida guiándome por el camino correcto siempre y brindándome siempre su cariño.

También dedicar este trabajo a mi amado padre Pablo, quien me educo y enseñó a lo largo de los años a ser una gran persona como lo fue él. Su sueño es que sus hijos sean unos grandes profesionales, siendo esto uno de los principales motivos para no decaer en el camino y cosechar lo que he sembrado.

Y sin olvidar a los grandes amigos que he llegado a conocer ya que gracias a su apoyo incondicional me he sentido bien acompañado y guiado por sus palabras y consejos.

**Tipanluiza Muela, Alex Paul**

## **Agradecimiento**

Por sobre todas las cosas agradezco en primer lugar a Dios ya que él ha guiado cada uno de mis pasos para poder llegar hasta aquí.

A mi madre por ser la persona que me brinda siempre su apoyo moral en los momentos que más lo necesito a mi padre por ser el hombre que me ha enseñado que con esfuerzo sacrificio y tenacidad todo en la vida se puede lograr a mi hermano que ha sido el combustible de aliento para poder superar los obstáculos de la vida a mis tíos que han sido fuente de inspiración para poder culminar esta carrera estudiantil.

Agradezco a mi familia en general ya que todos han sido partícipes de este logro por esa mano amiga de cada uno de ellos por ese apoyo incondicional que siempre me han brindado gracias a todos porque también han servido de inspiración para mí.

Y por último como no agradecer a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por acogerme como su estudiante y permitido ingresar a las aulas y poder adquirir conocimientos de mis docentes quienes han tenido la dicha de impartir esa ciencia para poder formarme como un profesional de excelencia.

**Chipantiza Elbay, Carlos Sebastian**



## **Agradecimiento**

Doy gracias a Dios por la oportunidad de alcanzar este logro y a todas las personas que han influido en el trayecto. A mis padres, hermanas y amigos por motivarme a seguir adelante y guiarme a ser mejor persona.

Agradecer a mis padres que con su educación, enseñanzas, trabajo, esfuerzo y valores me han impulsado a no rendirme y de esta manera llegar a ser principalmente una gran persona y conseguir el sueño de ser un profesional, por lo que espero recompensarles a diario todo lo que han hecho por mí, también quiero agradecer a mi tía Carmen por el cariño y el apoyo en el trayecto para lograr este logro alcanzado.

Y finalmente, agradecer a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por permitir realizar mi formación académica en tan prestigiosa institución, además agradecer a cada uno de sus docentes por compartir conmigo su conocimiento para formar un excelente profesional.

**Tipanluiza Muela, Alex Paul**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Carátula.....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de contenido.....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría.....</b>	<b>5</b>
<b>Autorización de publicación.....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>6</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>7</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>8</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>9</b>
<b>Índice de contenidos.....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>15</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>17</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>18</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>19</b>
<b>Capítulo I: Tema.....</b>	<b>20</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>20</b>
<b>Planteamiento del Problema.....</b>	<b>21</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>22</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>23</b>

	11
<b>Objetivo General.....</b>	<b>23</b>
<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>23</b>
<b>Alcance .....</b>	<b>23</b>
<b>Capítulo II: Marco teórico.....</b>	<b>25</b>
<b>Historia y evolución de vehículos eléctricos. ....</b>	<b>25</b>
<b>Componentes del vehículo eléctrico .....</b>	<b>26</b>
<b>Motor eléctrico .....</b>	<b>26</b>
<b>Partes de un motor eléctrico.....</b>	<b>27</b>
<b><i>Estatador.....</i></b>	<b>28</b>
<b><i>Rotor.....</i></b>	<b>28</b>
<b>Motor 10 KW BLDC .....</b>	<b>29</b>
<b><i>Cargador.....</i></b>	<b>31</b>
<b>Controlador .....</b>	<b>31</b>
<b>Acelerador .....</b>	<b>32</b>
<b><i>Modelo: FSC-010 -- Acelerador de pie .....</i></b>	<b>33</b>
<b>BMS .....</b>	<b>34</b>
<b>Funciones primordiales en la batería.....</b>	<b>34</b>
<b>Batería .....</b>	<b>35</b>
<b>Batería de litio .....</b>	<b>35</b>
<b>Inversor – Conversor .....</b>	<b>37</b>
<b>Vehículo eléctrico/ Híbrido.....</b>	<b>37</b>

<b>Tipos de vehículos eléctricos y híbridos .....</b>	<b>38</b>
<i>BEV (100 % eléctrico).....</i>	<b>38</b>
<i>HEV (Híbrido eléctrico no enchufable).....</i>	<b>39</b>
<i>PHEV (Híbrido enchufable) .....</i>	<b>39</b>
<i>EREV (Eléctrico de autonomía extendida).....</i>	<b>40</b>
<i>FCEV (Con pila de combustible de hidrógeno).....</i>	<b>40</b>
<b>Movilidad eléctrica .....</b>	<b>41</b>
<b>Tecnologías actuales en baterías .....</b>	<b>42</b>
<b>Motores eléctricos trifásicos.....</b>	<b>42</b>
<i>Estator.....</i>	<b>42</b>
<i>Rotor.....</i>	<b>43</b>
<b>Controladores de motores eléctricos .....</b>	<b>43</b>
<b>Elementos y características de un vehículo eléctrico .....</b>	<b>44</b>
<i>Cargador.....</i>	<b>44</b>
<b>Sistemas automotrices biplaza .....</b>	<b>45</b>
<b>Sistema de propulsión .....</b>	<b>45</b>
<b>Tipos de propulsión en vehículos.....</b>	<b>46</b>
<i>Propulsión térmica.....</i>	<b>46</b>
<i>Propulsión híbrida.....</i>	<b>47</b>
<i>Propulsión eléctrica .....</i>	<b>48</b>
<i>Propulsión con pila de combustible de hidrógeno.....</i>	<b>48</b>

Transmisión de vehículos eléctricos e híbridos .....	49
<i>Motor en las ruedas (In wheel electric motor)</i> .....	49
<i>Power split device</i> .....	50
<i>Transmisión CVT</i> .....	51
Capítulo III .....	53
Implementación el sistema del tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico.....	53
Selección del motor .....	53
<i>Instalación</i> .....	54
Selección de transmisión.....	55
<i>instalación</i> .....	56
Selección del controlador .....	56
<i>Instalación</i> .....	57
Selección de la batería .....	58
<i>Instalación</i> .....	60
Colocación de la batería.....	60
Selección del BMS .....	61
<i>Instalación</i> .....	61
Instalación del BMS .....	61
Selección del Pedal del acelerador .....	61
<i>Instalación</i> .....	62

Ensamblaje final.....	63
Diagrama de conexión de componentes .....	63
<b>Capítulo IV: Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Potencia y Transmisión .....</b>	<b>64</b>
Diseño de la ruta .....	64
Pruebas de protocolo.....	65
Pruebas de potencia .....	65
Pruebas de velocidad.....	67
Pruebas de autonomía .....	67
<b>Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>69</b>
Conclusiones .....	69
Recomendaciones.....	70
<b>Bibliografía.....</b>	<b>71</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Evolución de los vehículos</i> .....	26
<b>Figura 2</b> <i>Motor eléctrico</i> .....	27
<b>Figura 3</b> <i>Componentes de un motor eléctrico</i> .....	27
<b>Figura 4</b> <i>Tipos de estatores</i> .....	28
<b>Figura 5</b> <i>Tipos de rotores</i> .....	29
<b>Figura 6</b> <i>Motor BLDC</i> .....	30
<b>Figura 7</b> <i>Cargador de un vehículo eléctrico</i> .....	31
<b>Figura 8</b> <i>Controlador</i> .....	32
<b>Figura 9</b> <i>Acelerador de un vehículo eléctrico</i> .....	33
<b>Figura 10</b> <i>BMS</i> .....	34
<b>Figura 11</b> <i>Batería de un vehículo eléctrico</i> .....	35
<b>Figura 12</b> <i>Batería de iones de litio</i> .....	36
<b>Figura 13</b> <i>Vehículos eléctricos</i> .....	38
<b>Figura 14</b> <i>Vehículos eléctricos BEV</i> .....	38
<b>Figura 15</b> <i>Vehículos eléctricos HEV</i> .....	39
<b>Figura 16</b> <i>Vehículos eléctricos PHEV</i> .....	40
<b>Figura 17</b> <i>Vehículos eléctricos EREV</i> .....	40
<b>Figura 18</b> <i>Vehículos eléctricos FCEV</i> .....	41
<b>Figura 19</b> <i>Movilidad eléctrica</i> .....	41
<b>Figura 20</b> <i>Baterías Li-ion</i> .....	42
<b>Figura 21</b> <i>Motor trifásico</i> .....	43
<b>Figura 22</b> <i>Controlador de motor eléctrico</i> .....	44
<b>Figura 23</b> <i>Motor trifásico</i> .....	45
<b>Figura 24</b> <i>Sistema de propulsión</i> .....	46

<b>Figura 25</b> <i>Propulsión térmica en vehículos</i> .....	47
<b>Figura 26</b> <i>Propulsión híbrida en vehículos</i> .....	47
<b>Figura 27</b> <i>Propulsión eléctrica en vehículos</i> .....	48
<b>Figura 28</b> <i>Tipos de propulsivo en vehículos</i> .....	49
<b>Figura 29</b> <i>Transmisión por medio del motor en las ruedas</i> .....	50
<b>Figura 30</b> <i>Power split device</i> .....	51
<b>Figura 31</b> <i>Transmisión CVT</i> .....	52
<b>Figura 32</b> <i>Prototipo eléctrico</i> .....	53
<b>Figura 33</b> <i>Motor eléctrico de 10 KW</i> .....	54
<b>Figura 34</b> <i>Base cuadrada colocada en el motor</i> .....	55
<b>Figura 35</b> <i>Soporté construido en el bastidor para el motor</i> .....	55
<b>Figura 36</b> <i>Piñón</i> .....	56
<b>Figura 37</b> <i>Controlador</i> .....	57
<b>Figura 38</b> <i>Instalación del controlador</i> .....	58
<b>Figura 39</b> <i>Baterías de Ion Litio</i> .....	58
<b>Figura 40</b> <i>instalación de la batería</i> .....	60
<b>Figura 41</b> <i>Instalación de la batería</i> .....	61
<b>Figura 42</b> <i>Pedal del acelerador</i> .....	62
<b>Figura 43</b> <i>Montaje del pedal de aceleración</i> .....	63
<b>Figura 44</b> <i>Diagrama de conexión componentes</i> .....	63
<b>Figura 45</b> <i>Plan de la ruta</i> .....	64
<b>Figura 46</b> <i>Prueba en vacío</i> .....	64
<b>Figura 47</b> <i>Pruebas de protocolo</i> .....	65
<b>Figura 48</b> <i>Pruebas de potencia</i> .....	66
<b>Figura 49</b> <i>Pruebas de velocidad</i> .....	67
<b>Figura 50</b> <i>Pruebas de autonomía</i> .....	68



**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Componentes del Sistema de Potencia Eléctrico y Transmisión.....</i>	53
<b>Tabla 2</b> <i>Características de un Motor Modelo: HPM-10KW -- Motor BLDC de alta potencia .....</i>	54
<b>Tabla 3</b> <i>Características de un controlador modelo VEC 500 .....</i>	57
<b>Tabla 4</b> <i>Características de la Batería Litio Ion .....</i>	59
<b>Tabla 5</b> <i>Comparación entre distintos tipos de baterías .....</i>	59
<b>Tabla 6</b> <i>Resultados obtenidos pruebas de potencia .....</i>	66

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la implementación del sistema de tren de Potencia y Transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico con el objetivo de aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera. Aprovechar las energías alternativas en este prototipo el mismo que ha sido desarrollado en base a una amplia investigación teórica. En cuanto a los componentes para el vehículo eléctrico se realizará distintas comparaciones acerca de los diferentes sistemas de transmisión y potencia con el fin de escoger el mejor sistema que se acople a las exigencias que requiere. Para la implementación del tren motriz se tomará en cuenta varios parámetros como la selección de materiales, diseño de diagramas eléctricos e identificar los principios y características de funcionamiento. En lo que concierne a la transmisión la cual se encargará de transmitir la fuerza motriz hacia las ruedas traseras para mejorar la autonomía del motor eléctrico. Esto se realizará con un punto de partida desde el chasis dónde se verificará los componentes del sistema de ten de potencia y transmisión. Las conexiones del motor, controlador y batería se desarrollarán en base al diseño del prototipo las cuales harán que funcione adecuadamente. Finalmente se realizará las respectivas pruebas de funcionamiento análisis obtención de datos y verificación de la autonomía.

*Palabras clave:* tren de potencia y transmisión, prototipo de vehículo eléctrico, energías alternativas, motor-controlador-batería

## Abstract

The present research work has as objective the implementation of the Power Train and Transmission system of an electric vehicle prototype with the purpose of applying the knowledge acquired during the career. To take advantage of alternative energies in this prototype, which has been developed based on extensive theoretical research. As for the components for the electric vehicle, different comparisons will be made about the different transmission and power systems in order to choose the best system that meets the requirements. For the implementation of the powertrain, several parameters will be taken into account such as the selection of materials, design of electrical diagrams and identification of the principles and characteristics of operation. Regarding the transmission, which will be in charge of transmitting the driving force to the rear wheels to improve the autonomy of the electric motor. This will be done with a starting point from the chassis where the components of the power and transmission system will be verified. The connections of the motor, controller and battery will be developed based on the design of the prototype which will make it work properly. Finally, the respective operation tests will be carried out, data analysis and verification of the autonomy.

*Key words:* powertrain and transmission, electric vehicle prototype, alternative energies, motor-controller-battery

## Capítulo I

### Tema

Implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico en la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz de la universidad de las Fuerzas Armadas- ESPE.

### Antecedentes

Los vehículos basados en combustible fósil han sido levemente reemplazados por vehículos eléctricos. Mediante el trascurso y tiempo el avance de la tecnología en nuestro país se han desarrollado e implementado esos vehículos. Es de gran aporte y necesidad mundial por la sostenibilidad ambiental y el bienestar de la humanidad. Conlleva consigo a grandes desafíos de todo nivel entre ellos el estudio del impacto en la demanda de energía eléctrica asociada al consumo de estos vehículos eléctricos (Trujillo Sandoval & García Torres, 2020).

La carrera de mecánica automotriz desarrolla modernos métodos educativos, cuenta con docentes calificados y laboratorios especializados en el diseño. Por lo que se ha visto necesario implementar el sistema del tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico. La implementación del prototipo aportará en gran influencia para la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes de una manera innovadora y significativa. La institución se encuentra por encima de la formación de profesionales de excelencia capacitados de impulsar el desarrollo científico y tecnológico (Valdivieso & Salamea Ortega, 2019).

La implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico a lo largo funcionara en la formación académica de los estudiantes de mecánica automotriz. Se ha presentado como un medio de representación de un proyecto característico y muy útil. Herramienta de gran comprensibilidad para complementar el aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa superior (Camuendo Cabascango & Manuel Patricio Pastaz Tambi, 2020).

## Planteamiento del Problema

Todos los vehículos independientemente de que tipo de tecnología posea necesariamente requiere un sistema de tren de potencia y transmisión para poder desplazarse. A causa del constante crecimiento de contaminación ambiental producida por los vehículos impulsados con combustibles fósiles. Exige a la sociedad a implementar estrategias sobre la utilización de las energías renovables incrementando nuevos sistemas de propulsión que sean amigables con el medio ambiente (Tenelema & Sánchez , 2021).

Hoy en día los vehículos eléctricos tienen gran importancia debido a su gran eficiencia y ecología por su funcionamiento. Consiste en una batería eléctrica la cual se encarga de proveer energía al motor a través de la electricidad lo cual no produce gases nocivos a diferencia de un motor de combustión interna.

Por eso un vehículo eléctrico es de gran aporte ahora y a futuro para poder reducir el nivel de contaminación y mejorar la calidad ambiental. Ya que su fuente de propulsión (electricidad) se puede regenerar mediante las energías renovables especialmente de la energía solar. De tal forma que se sustituirá un motor de combustión interna por un motor eléctrico obteniendo así cero emisiones contaminantes (Calispa & Córdova , 2022).

## **Justificación**

El presente proyecto tiene como finalidad realizar la implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico. Proyecto que se desarrollara una amplia investigación para también poder aplicar los conocimientos adquiridos teóricos y prácticos durante el trascurso de la carrera. De esta manera obtener resultados positivos en las pruebas de rendimiento. Una vez culminada la presente investigación será entregada a la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz para su estudio practico e investigativo. De esta manera podrán beneficiarse los estudiantes de la carrera y de toda la comunidad universitaria (Calispa Potosi & Córdova Vargas, 2022).

La implementación del sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico será un recurso educativo y de alguna manera una herramienta que tendría el estudiante para tener acercamiento con la realidad. Durante su periodo de formación académica y profesional del estudiante dicha herramienta brindará una mayor eficaz y transversalidad en el proceso de enseñanza. En el aprendizaje de mecánica automotriz de una manera más confortable apoyada en la innovación tecnológica (Cumbe Guerrero, 2021).

Por tanto, se pretende que el proyecto de titulación marque un punto de referencia para futuras generaciones de la institución que deseen encaminarse en el campo de la mecánica automotriz. Y con ello conseguir que la Universidad ESPE fortalezca las destrezas cognitivas y formativas de sus técnicos automotrices. Aportando en la implementación del sistema del tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Implementar el sistema del tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico para una óptima circulación por las vías nacionales en la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz de la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

### ***Objetivos Específicos***

- Establecer información bibliográfica sobre los tipos de motores eléctricos como parámetros especificaciones para poder determinar el más óptimo en autonomía relación costo y beneficio.
- Desarrollar el lugar de instalación del tren de potencia y transmisión en el bastidor para su correcto ensamblaje de los componentes eléctricos y electrónicos.
- Realizar el respectivo ensamblaje de todos los componentes que posee el sistema del tren de potencia y transmisión sobre el bastidor del prototipo del vehículo.
- Realizar las pruebas correspondientes para poder determinar el correcto funcionamiento del sistema del tren de potencia y transmisión.

### **Alcance**

El presente proyecto adapta la implementación de un sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico. La institución se beneficiará en gran parte así también el departamento de carrera de tecnología superior en mecánica automotriz. Los docentes y los estudiantes podrán fortalecer la conexión de entendimiento entre la teoría y la práctica a través de este proyecto innovador (Alvarado Rojas, 2019).

El vehículo eléctrico será capaz de satisfacer las demandas de potencia que se presentarían al momento de realizar sus pruebas y describir sus resultados. Con el afán de

contribuir con nuevas estrategias de movilidad y reducir la contaminación ambiental. Al demostrar las características de prototipo del vehículo eléctrico los docentes y alumnos necesitarán de entornos de aprendizaje que ayude a promover la creatividad y destrezas de aprendizaje. Con el fin de reducir los niveles de estrés y confusión en el ámbito laboral (Duran Gonzalez, 2018).

La implementación de un sistema de tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico permite la visualización de los componentes del sistema de tren de potencia. Este prototipo de vehículo eléctrico servirá como método didáctico para todo aquel personal que se encuentre interesado o relacionado con el tema. Este proyecto aportará de manera significativa en la economía y aprendizaje de todo el personal que conforma la parte de la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Gavilanez Uquillas & Yumbo Iza, 2019).



## Capítulo II

### Marco teórico

#### Historia y evolución de vehículos eléctricos.

La historia sobre los vehículos eléctricos fue a mediados del siglo XIX con los primeros vehículos llamados (Jamais Contente). El cual podía superar los 100 km/h poco a poco se iban notando algunos inconvenientes como la baja autonomía y largo tiempo de recarga de la batería. La velocidad normal del vehículo eléctrico era de 20 km/h y el tiempo de recarga de la batería era de aproximadamente 50 km.

La fama de los vehículos eléctricos en el siglo XX se redujo debido a las desventajas que iban presentando a diferencia de los motores de combustión interna. La crisis del petróleo fue aprovechada para poder reconsiderar una nueva investigación acerca de los motores eléctricos. En el año de 1995 se conformó una entidad con los fabricantes de los vehículos de las marcas de Peugeot y Citroën con el fin de diseñar un vehículo el cual sea en su totalidad eléctrico (Veintimilla y otros, 2023).

En los primeros años que se empezaban a la comercialización de los vehículos eléctricos existía un gran auge por los vehículos de combustión interna ya que eran muy contaminantes y ruidoso. A diferencia de los vehículos eléctricos que eran más simples seguros y fáciles de conducir la desventaja de estos era su elevado costo. Por lo que era un efecto negativo para ser adquirido ya que en la época solo podían acceder las clases altas. Por varias características estos vehículos no se pudieron ver como una alternativa por el coste barato del petróleo el cual dio un gran desarrollo a los motores de combustión interna (Collaguazo & Mena, 2019).

## Figura 1

### *Evolución de los vehículos*



*Nota.* En la figura 1 se observa la evolución de los diferentes tipos de vehículos en la antigüedad. Tomado de (Aldaz & Chancusi , 2021).

### **Componentes del vehículo eléctrico**

Para el funcionamiento de los componentes del vehículo eléctrico como el motor eléctrico batería cargador conversor e inversor la fuente de energía para cada uno de estos es la electricidad. Por lo cual es un sistema más ecológico el cual disminuye en gran cantidad las emisiones contaminantes. Además de ello para la recarga de energía se podría aprovechar las diferentes energías renovables que disponemos como: (energía solar, energía eólica, energía hidráulica, etc.). Siendo una de las mejores alternativas los vehículos eléctricos hoy en día y en un futuro (Potosi & Córdova Vargas, 2022).

### **Motor eléctrico**

El motor eléctrico es una máquina la cual aprovecha la carga de su energía para poder generar y transmitir movimiento a su eje central y así transformar la energía eléctrica en energía mecánica. En los vehículos eléctricos se utilizó motores de corriente continua y corriente alterna dependiendo de su marca y fabricante (Sarango, 2022).

## Figura 2

### *Motor eléctrico*



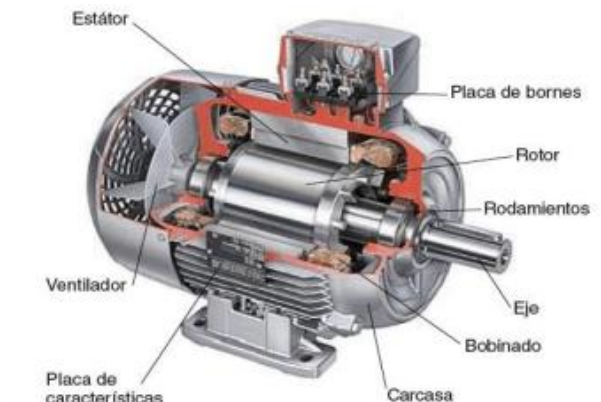
*Nota.* En la figura 2 se puede observar un motor eléctrico. Tomado de ( Loachamin Ortega, 2021).

### **Partes de un motor eléctrico**

Los motores eléctricos poseen como componentes principales el estator el rotor placa de bornes rodamientos eje bobinado ventilador carcasa y placa de característica.

## Figura 3

### *Componentes de un motor eléctrico*



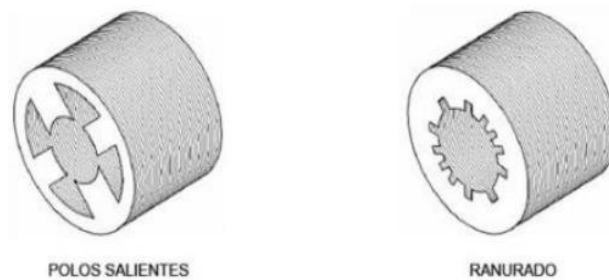
*Nota.* En la figura 3 se puede observar los componentes que conforman un motor eléctrico. Tomado de (Calispa & Córdova , 2022).

## ***Estator***

El estator más conocido como la estructura y el núcleo ferromagnético donde se sitúa el bobinado. La estructura es un componente de acero fundido con un orificio en el central donde se sitúa el núcleo ferromagnético. El cual tiene bobinas que forman el devanado estatórico el cual va a recibir y entregar la energía eléctrica (Gomez Suarez, 2020).

### ***Figura 4 Tipos de estatores***

*Tipos de estatores*



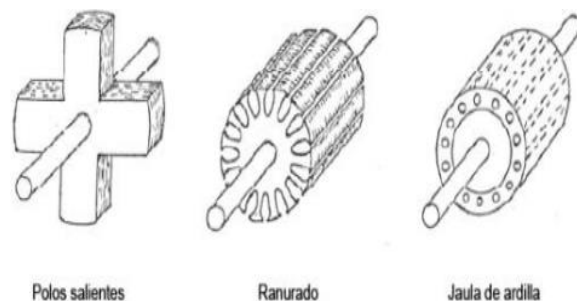
*Nota.* En la figura 4 se puede observar los tipos de estatores más comunes. Tomado de (Loachamin Ortega, 2021).

## ***Rotor***

El rotor en cuanto al estator es la parte móvil del motor componente de transferencia mecánica. La mayoría de los rotores están diseñados y construidos por una multitud de láminas de acero ligado con silicio y se subdividen en tres tipos: rotor ranurado, polos salientes y jaula de ardilla (Loachamin Ortega, 2021).

## Figura 5

### *Tipos de rotores*



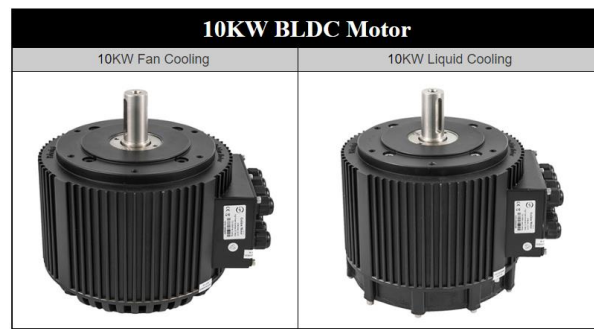
*Nota.* En la figura 5 se puede observar los diferentes tipos de rotores más comunes. Tomado de (Calispa & Córdova , 2022).

## **Motor 10 KW BLDC**

Los motores BLDC son muy similares con los motores síncronos de corriente alterna con la diferencia que el tipo de señal hace excitar a las bobinas del estator. En los motores síncronos el modelo de corriente es alterna por ende nos aportara un tipo de señal sinusoidal en cambio en los motores brushless nos aporta una señal cuadrática la cual hará que se excite esta señal variara el ancho de pulso. En conclusión, todas estas características nos darán como resultado una alta eficiencia adicional a eso los controladores de corriente continua acortarán el trabajo de invertir la corriente (Sarango , Implementación de un sistema de propulsión eléctrica de un buggy para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE., 2022).

## Figura 6

### Motor BLDC



*Nota.* En la figura 6 se puede observar el motor BLDC. Tomado de (Golden , 2023).

- Modelo: HPM-10KW -- Motor BLDC de alta potencia
- Voltage: 48V/72V/96V/120V
- Potencia nominal: 8KW-20KW
- Eficiencia: 91
- Resistencia de fase (miliohmios): 3.1/48V; 6.0/72V; 18.0/120V
- Inducción de fase (100KHZ): 34uH/48V; 77uH/72V; 252uH/120v
- Velocidad: 2000-6000rpm (personalizable)
- Peso: 17Kg(aire), 17.7kg(agua)
- Carcasa: Aluminio
- Longitud (altura): 170mm Diámetro: 206mm
- Tamaño de la ranura: 6,4 mm (ancho) x 45 mm (largo) x 21,7 mm
- profundidad: 25,4 mm

## **Cargador**

El cargador para un vehículo eléctrico o también conocido como controlador de carga. Encargado de convertir la energía de Corriente Alterna obtenida desde un punto de recarga la cual se convierte en energía de Corriente Continua. Para así poder recargar la batería del vehículo eléctrico (Veintimilla y otros, 2023).

El transformador cargador es capaz de atraer la energía eléctrica directamente desde la red para luego poder depositar toda la energía absorbida sobre la batería principal (Aldaz & Chancusi , 2021).

## **Figura 7**

*Cargador de un vehículo eléctrico*



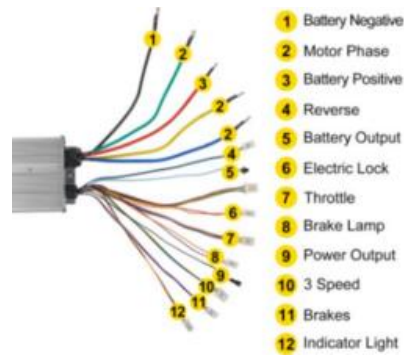
*Nota.* En la figura 7 podemos observar el cargador de un vehículo eléctrico. Tomado de (Veintimilla y otros, 2023).

## **Controlador**

Es el encargado de examinar el adecuado funcionamiento del vehículo regula la energía producida por el motor eléctrico para ser proporcionar el par anhelado. Este componente verificará el torque deseado en la situación de frenado y aceleración donde el frenado será considerado como torque negativo y el acelerador como torque positivo (Calispa & Córdova , 2022).

## Figura 8

### Controlador



*Nota.* En la figura 8 se puede observar el controlador. Tomado de ( Loachamin Ortega, 2021).

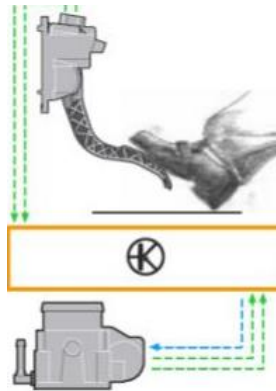
### Acelerador

La importancia de este componente es poder dar el control al piloto para poder manejar la potencia y torque que entrega el motor al sistema de tracción. La aceleración empieza por las señales que genera el pedal cuando se acciona estas señales las receipta el controlador el cual se encarga de enviar la corriente necesaria para que esta energía eléctrica llegue correctamente hacia el motor que gira la llanta dependiendo de cómo este configurado el controlador (Pilco & Gualotuña , 2022).



## Figura 9

*Acelerador de un vehículo eléctrico*



*Nota.* En la figura 9 podemos observar el acelerador de un vehículo eléctrico. Tomado de (Calispa & Córdova , 2022).

### **Modelo: FSC-010 -- Acelerador de pie**

- Características especiales:
- Controlador de velocidad de crucero
- Programable mediante PC para configurar los parámetros de control del motor
- Redundancia de fallo del sensor Hall del motor (cambio automático a control sin sensor)
- Alarma antirrobo y bloqueo de ruedas por detección de vibración
- Frenado regenerativo real (sólo efectivo cuando se aprieta el freno de mano)
- Redundancia de otros fallos (Funciona con acelerador y disyuntor averiados)
- Trabaja con múltiples voltajes: 24V, 36V y 48V con el mismo controlador
- Notificación de componentes averiados mediante pitidos
- Autodetección y calibración de la fase del motor
- Control de avance y retroceso
- Protección contra corriente excesiva
- Protección contra baja tensión
- Alta fiabilidad

## BMS

La principal función del BMS es proteger a la batería previniendo que esta actúe fuera de la zona segura. Para esto monitorizará en qué estado se encuentra la batería y así podrá recopilar datos y realizar su análisis.

### Funciones primordiales en la batería

- Indicador de carga y descarga de la batería.
- Indicador de estado de carga de la batería Max Min.
- Indicador de temperatura de la batería para determinar el estado.
- Indicador del voltaje total del pack de baterías y voltaje añadido por cada celda.

El BMS también es encargado de modificar su funcionamiento en caso que alguno de los datos se encuentre fuera de rango de operación. Cuando la batería se encuentra en proceso de recarga es necesario revisar si existen posibles recalentamientos. En resumen, el BMS es encargado de poder equilibrar la condición en la que se encuentran las celdas evitando así el daño de la batería cuando existe exceso de carga o porcentajes bajos de descarga considerando que la batería es la fuente principal de energía en el vehículo ( Loachamin Ortega, 2021).

### Figura 10

*BMS*



*Nota.* En la figura 10 podemos observar el BMS. Tomado de (Calispa & Córdova , 2022).

## Batería

La batería se encarga de almacenar la energía eléctrica con la cual el motor se va alimentar para su desplazamiento. Por lo general en los vehículos eléctricos esta la colocan bajo el suelo del habitáculo del vehículo. Sobre los dos ejes para poder tener el centro de la gravedad del vehículo lo más bajo posible.

El exterior de la caja es de acero o aluminio para un buena resistencia y seguridad existen diferentes módulos como de la batería cables conexiones y varias celdas que conforman la batería. Esta se encuentran juntas en cada módulo de batería el tipo de laminado por lo general es plano.

En una batería típica de un vehículo eléctrico existen conjuntos de docenas de módulos y un gran número de celdas. La suma de todas las celdas y módulos que posee la batería da una capacidad de almacenamiento de 0 a 80 kWh con un peso de 250 a 00 kg (esto dependerá del tipo de baterías sea pequeñas grandes y el tipo de material) (Chamorro & Díaz , 2022).

### Figura 11

*Batería de un vehículo eléctrico*



*Nota.* En la figura 11 podemos observar la batería de un vehículo eléctrico. Tomado de (Aldaz & Chancusi , 2021).

## Batería de litio

La parte exterior de la caja de la batería tiene materiales como el acero o aluminio esto lo hace que tenga alta resistencia y seguridad para proteger los diferentes módulos que posee. La tipología de batería con más autonomía en el mercado son las baterías con base de Litio se probaron varios tipos de combinaciones con diferentes materiales el (cátodo) teniendo un gran éxito, pero con varias desventajas. Como expuestas a un gran riesgo de seguridad al fuego y altas temperaturas de funcionamiento. En el año de 1980 se implementó nuevas baterías que contenían base de litio las baterías tenían cuatro componentes principales como son:

- Ánodo
- Cátodo
- Un electrolito
- Un separador

Durante la fase de descarga el principio de funcionamiento es el siguiente. El litio del ánodo generalmente formado por un componente de carbono es ionizado y depositado al cátodo con la ayuda del electrolito. Los electrones son liberados del ánodo produciendo una corriente eléctrica la fase de carga se basa en el paso de los iones de litio por medio del separador y transfiriéndose en el ánodo (Bosch , 2022).

### **Figura 12**

*Batería de iones de litio*



*Nota.* En la figura 12 podemos observar la batería de iones de litio para un vehículo eléctrico. Tomado de (Pilco & Gualotuña , 2022).

## **Inversor – Conversor**

En los vehículos híbridos y eléctricos las configuraciones del funcionamiento del inversor son idéntico y similar al conversor debido a que cumple la misma función. En cuanto a vehículos de modelos híbridos este elemento puede invertir el voltaje del banco de baterías. El motor de corriente alterna en modo de conversor este elemento cumple con la función de transformador de corriente continua. La que servirá para alimentar un motor de corriente continua como precargador de batería de 12V.

Las fases dependerán del tipo de motorización que cuente el vehículo las más comunes son:

- Fase de control de moto generadores. Esta fase el inversor se encarga de transforma los 201.6 V DC del banco de baterías a 201.6 V AC para el motor también puede elevar el voltaje hasta 500 V AC para que los motores funcionen adecuadamente.
- Control de A/C y batería auxiliar. Al no tener un motor de combustión (eléctricos puros) es necesario que el compresor de aire acondicionado posea un motor eléctrico adicional. Por eso el inversor transforma y regula la tensión de la batería de alto voltaje al voltaje que necesita el aire acondicionado. En esta misma fase se encuentra incorporado el regulador de voltaje el cual permite que la batería de alto voltaje recargue la batería de 12 voltios para los distintos accesorios del vehículo (Sarango , Implementación de un sistema de propulsión eléctrica de un buggy para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE., 2022).

## **Vehículo eléctrico/ Híbrido**

Los vehículos eléctricos Híbrido utilizan uno o más motores eléctricos o de tracción para la propulsión. Hay tres tipos principales de vehículos de este tipo existen los que se alimentan directamente de una estación de alimentación externa los que funcionan con electricidad almacenada y los que son alimentados por un generador de a bordo. Tales como un motor de

un vehículo híbrido o una célula de combustible de hidrógeno. Algunos ejemplos son los coches trenes camiones aviones barcos motos y Scooter eléctricos y las naves espaciales (Roás Valera, 2011).

### Figura 13

*Vehículos eléctricos*



*Nota.* La figura 13 muestra uno de los vehículos eléctricos de. Tomado de (Infobabe, 2023).

### Tipos de vehículos eléctricos y híbridos

#### **BEV (100 % eléctrico)**

Coche a baterías también llamado eléctrico puro. Únicamente utiliza uno o varios motores eléctricos y no cuenta con motor de combustión de ningún tipo. Los motores eléctricos son alimentados por baterías que se alimentan principalmente de la red eléctrica.

### Figura 14

*Vehículos eléctricos BEV*



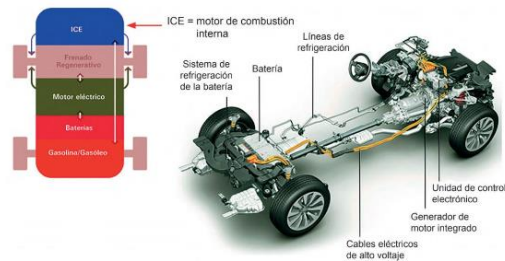
*Nota.* La figura 14 muestra uno de los vehículos eléctricos BEV de. Tomado de ( Molero Piñeiro & Pozo Ruz, 2018).

### ***HEV (Híbrido eléctrico no enchufable)***

Tiene un motor de combustión y uno o varios motores eléctricos. Tanto el motor de combustión como el eléctrico se utilizan para mover las ruedas del coche y dependiendo del fabricante puede funcionar en modo 100 % eléctrico. Mientras que en otros siempre funciona como motor eléctrico de apoyo. Dispone de baterías que se autor recargan gracias al motor térmico y el sistema de recuperación de energía durante la frenada ( Molero Piñeiro & Pozo Ruz, 2018).

#### **Figura 15**

##### *Vehículos eléctricos HEV*



*Nota.* La figura 15 muestra uno de los vehículos eléctricos HEV. Tomado de ( Molero Piñeiro & Pozo Ruz, 2018).

### ***PHEV (Híbrido enchufable)***

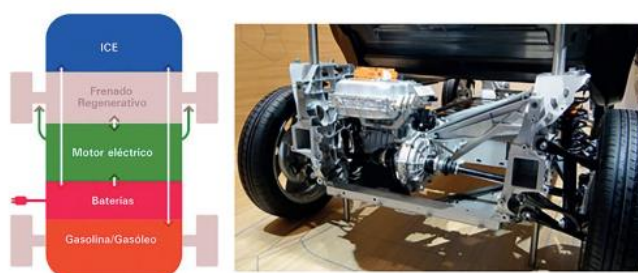
Combina un motor de combustión con una batería y un motor eléctrico. A diferencia de los híbridos no enchufables disponen de baterías de mayor capacidad que se tienen que cargar conectándolas a la red eléctrica.

**Figura 16***Vehículos eléctricos PHEV*

*Nota.* La figura 16 muestra uno de los vehículos eléctricos PHEV. Tomado de ( Molero Piñeiro & Pozo Ruz, 2018).

### ***EREV (Eléctrico de autonomía extendida)***

Tienen un motor de combustión que no sirve para impulsar el coche, sino que se utiliza como generador cuando la carga de las baterías se acaba. Suelen ser enchufables o no enchufables a la red eléctrica.

**Figura 17** *Vehículos eléctricos EREV**Vehículos eléctricos EREV*

*Nota.* La figura 17 muestra uno de los vehículos eléctricos EREV. Tomado de ( Molero Piñeiro & Pozo Ruz, 2018).

### ***FCEV (Con pila de combustible de hidrógeno)***

Únicamente tienen motores eléctricos y la energía no la obtienen de unas baterías sino



de una pila de combustible que utiliza hidrógeno. Algunos especialistas indican que posiblemente en el año 2040 los coches serán de hidrógeno no a baterías.

### **Figura 18**

*Vehículos eléctricos FCEV*



*Nota.* La figura 18 muestra uno de los vehículos eléctricos FCEV. Tomado de ( Molero Piñeiro & Pozo Ruz, 2018).

### **Movilidad eléctrica**

Hoy en día la gran mayoría de marcas ya ofertan vehículos totalmente eléctricos o híbridos. En toda esta transición ha sido el desarrollo de la electrónica de potencia la sonorización y el control los que han permitido evolucionar hacia un nuevo concepto de movilidad eléctrica conectada y autónoma. Con el compromiso de reducir las emisiones de CO2 ha hecho que en la actualidad se comercialicen más vehículos eléctricos que hace 5 años.

### **Figura 19**

*Movilidad eléctrica*



*Nota.* La figura 19 muestra uno de los vehículos-Movilidad eléctrica. Tomado de (Patios de Autos, 2022).

### **Tecnologías actuales en baterías**

Las baterías son el elemento central de almacenamiento de energía en los BEV y también como almacenamiento de soporte en los BEV. Las baterías Li-ion ofrecen capacidades de almacenamiento de entre 100 y 200 Wh/kg. La alta demanda de baterías para vehículos eléctricos de largo alcance ha provocado la inversión para desarrollar baterías de nueva generación Li-ion, así como la investigación en otro tipo de baterías que potencialmente pueden ser sustitutas de estas (Sanchez Gallego, 2022).

### **Figura 20**

*Baterías Li-ion*



*Nota.* La figura 18 muestra baterías Li-ion. Tomado de (Luis Ramos Penabad,2022).

### **Motores eléctricos trifásicos**

Es una máquina eléctrica rotativa capaz de convertir la energía eléctrica trifásica en energía mecánica. La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator lo que provoca que el arranque de estos motores no necesite circuito auxiliar son más pequeños y livianos que uno monofásico (Fernández Rosales, 2018).

### ***Estator***

Constituye la parte fija del motor elemento que opera como base permitiendo la rotación del motor. El estator no se mueve mecánicamente, pero si magnéticamente. Existen dos tipos:

- Estator de polos salientes.
- Estator ranurado.

### **Rotor**

Constituye la parte móvil del motor. Es el elemento de transferencia mecánica ya que de él depende la conversión de energía eléctrica a mecánica.

- Rotor ranurado
- Rotor de polos salientes

### **Figura 21**

*Motor trifásico*



*Nota.* La figura 21 muestra motor trifásico. Tomado de (Fernández Rosales, 2018).

### **Controladores de motores eléctricos**

Hoy en día las máquinas eléctricas son los accionamientos eléctricos más extendidos en la industria destacando el de imanes permanentes en los vehículos eléctricos. Debido a la necesidad de controlar estas máquinas fueron surgiendo métodos de control que intentaban mejorar su comportamiento dinámico (Carreño Hernández, 2022).

## Figura 22

### *Controlador de motor eléctrico*



*Nota.* La figura 22 muestra controlador de motor eléctricos. Tomado de (Bikelecc, 2022).

## Elementos y características de un vehículo eléctrico

### ***Cargador***

Todos los vehículos eléctricos llevan incorporado en su interior un cargador cuya misión es convertir la corriente alterna de la red eléctrica en corriente continua para poder ser almacenada en las baterías.

Esto conlleva importantes aumentos de temperatura existiendo el riesgo de sobrecalentamiento cuando las intensidades y los tiempos de carga son elevados. Por este motivo la potencia que pueden manejar estos rectificadores está limitada. Para más de 250 V e intensidades superiores a 75 A se aconseja que una estación de recarga exterior suministre de manera directa a las baterías la corriente continua.

Cuando es el propio VE el que realiza la conversión de AC en DC se utiliza el denominado cargador de abordó. En general el principio en el que se basan estos cargadores es el de la rectificación por medio de componentes electrónicos (diodos transistores entre otros). Puesto que la tensión de la red es superior a la de la batería se utiliza un transformador para reducirla. En los cargadores de abordó se suele sustituir por condensadores. En otros casos excepcionales se utilizan las bobinas del propio motor como es el caso del Renault Zoe.

(Valera Roas, 2018).

### **Figura 23**

*Motor trifásico*



*Nota.* La figura 23 muestra motor trifásico. Tomado de (Valera Roas, 2018).

Puesto que la tensión de la red es superior a la de la batería se utiliza un transformador para reducirla. En los cargadores de abordo se suele sustituir por condensadores. En otros casos excepcionales se utilizan las bobinas del propio motor como es el caso del Renault Zoe. (Valera Roas, 2018).

### **Sistemas automotrices biplaza**

En primer lugar, hay que tener en claro lo que es un biplaza los vehículos pueden clasificarse según la cantidad de personas que pueden transportarse en su interior. Al hablar de biplaza se refiere a un vehículo en donde solo puede ingresar dos personas lo cual es reflejado en la Real Academia Española (RAE) que define a un biplaza como un vehículo que tiene dos plazas.

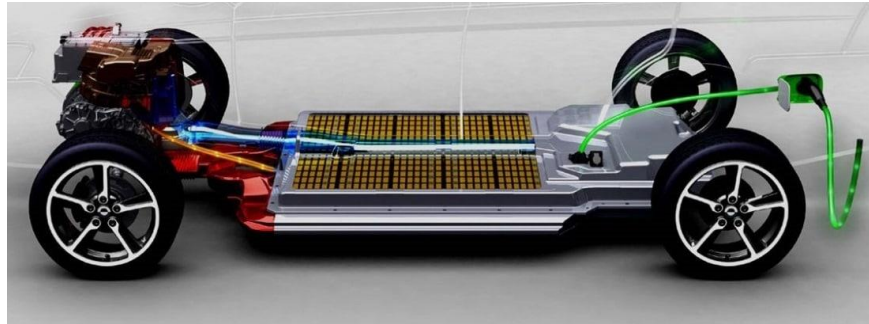
### **Sistema de propulsión**

El sistema de propulsión de un vehículo es el encargado de generar la energía suficiente para poder mover el vehículo sin ninguna complicación. Al ser un vehículo eléctrico los principales componentes del sistema son los motores eléctricos y las baterías junto con los

componentes de control de los mismos.

## Figura 24

### *Sistema de propulsión*



*Nota.* La figura 24 muestra controlador de motor eléctricos. Tomado de (Bikelecc, 2022).

## Tipos de propulsión en vehículos

Durante el periodo de transición hasta alguna tecnología de propulsión no contaminante convivirán diferentes posibilidades que este artículo vamos a comentar sin entrar en complejidades técnicas.

### ***Propulsión térmica***

Tanto en los motores de gasolina como diésel es imprescindible la inyección directa con control electrónico y el turbocompresor. Aun así continua la contaminación excesiva en cambio en los motor de gasolina se soluciona de momento fácilmente con gas la complejidad es similar al motor de gasolina.

## Figura 25

### *Propulsión térmica en vehículos*



*Nota.* La figura 25 muestra Tipo de propulsión térmica en vehículos. Tomado de (vehículo, Tipos de propulsión en el automóvil, 2021).

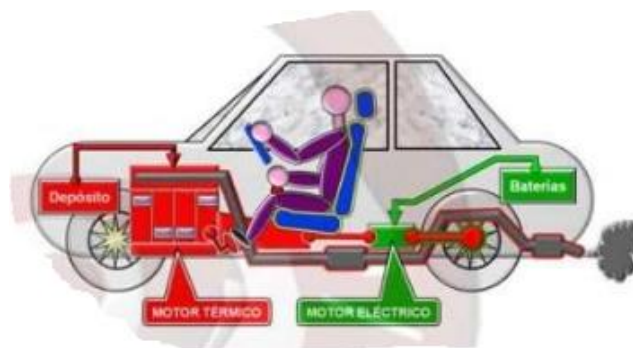
### **Propulsión híbrida**

Asumiendo que con propulsión térmica excepto con hidrógeno no se pueden cumplir las directivas anticontaminantes se ha encontrado una solución al menos transitoria consiste en combinar el motor térmico con otro eléctrico alimentado por baterías.

Según las circunstancias de circulación se puede adaptar el tipo de propulsión lo que permite reducir la contaminación e incluso cierto recorrido con uso exclusivamente eléctrico es decir sin contaminación útil en ciudad.

## Figura 26

### *Propulsión híbrida en vehículos*



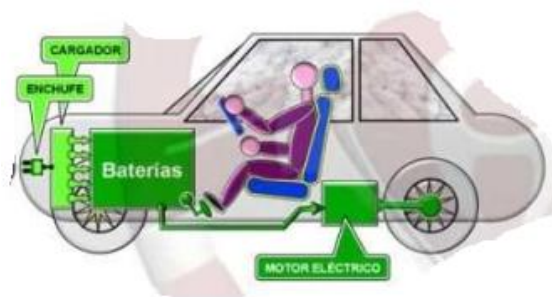
*Nota.* La figura 26 muestra Tipo de propulsión híbrida en vehículos. Tomado de (vehículo, Tipos de propulsión en el automóvil, 2021).

### ***Propulsión eléctrica***

Se utiliza un o más motores eléctricos alimentado por baterías para determinar su autonomía se requieren de varias baterías y aun así no se lo puede deducir hasta el día de hoy. No se llega a más de 160 km teóricos pues se ha de circular a velocidades urbanas y sin abusar de la climatización. En carretera a 120 km/h la autonomía decrece mucho lo que exige parar frecuentemente a cargar las baterías.

### **Figura 27**

*Propulsión eléctrica en vehículos*



*Nota.* La figura 27 muestra Tipo de propulsión eléctrica en vehículos. Tomado de (vehículo, Tipos de propulsión en el automóvil, 2021).

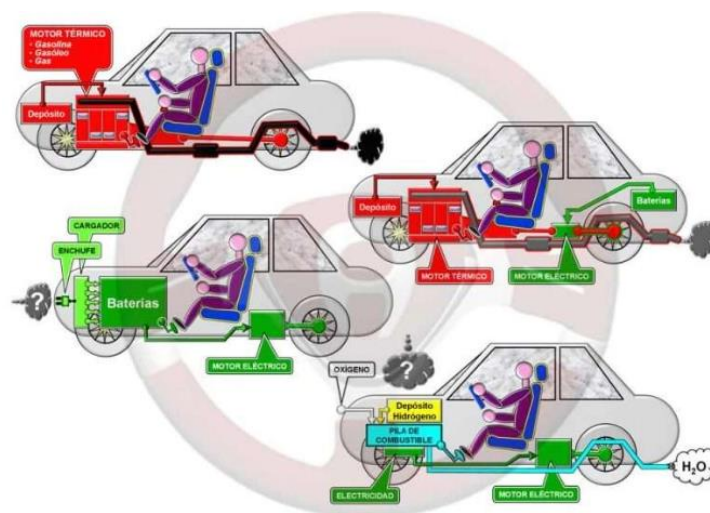
### ***Propulsión con pila de combustible de hidrógeno***

Es un automóvil eléctrico que produce la electricidad combinando hidrógeno de su depósito con oxígeno del aire. Se produce una reacción química que genera electricidad para el motor eléctrico y como residuo sale por el escape vapor de agua (Pereira Cabeza, 2020).



## Figura 28

### *Tipos de propulsivo en vehículos*



*Nota.* La figura 28 muestra Tipos de propulsivo en vehículos. Tomado de (vehículo, Tipos de propulsión en el automóvil, 2021).

### **Transmisión de vehículos eléctricos e híbridos**

Un vehículo precisamente eléctrico es impulsado por uno o varios motores la batería es encargada de poder proveer la energía generada hacia el motor. Al poseer una propulsión completamente eléctrica deberíamos centrarnos en el método de recarga (Calispa Potosi & Córdova Vargas, 2022).

#### ***Motor en las ruedas (In wheel electric motor)***

Es preciso de un tren de transmisión para poder impulsar el movimiento a las ruedas al impulsarse realiza esfuerzo y reduce la autonomía de las baterías. Para poder dar solución a este inconveniente existen las transmisiones directas complejas que se constituyen por un motor ensamblado directamente en el rin de la rueda.

## Figura 29

*Transmisión por medio del motor en las ruedas*



*Nota.* La figura 29 muestra el tipo de transmisión por medio del motor en las ruedas. Tomado de (Sarango, Implementación de un sistema de propulsión eléctrica de un buggy para la carrera de Tecnología., 2022).

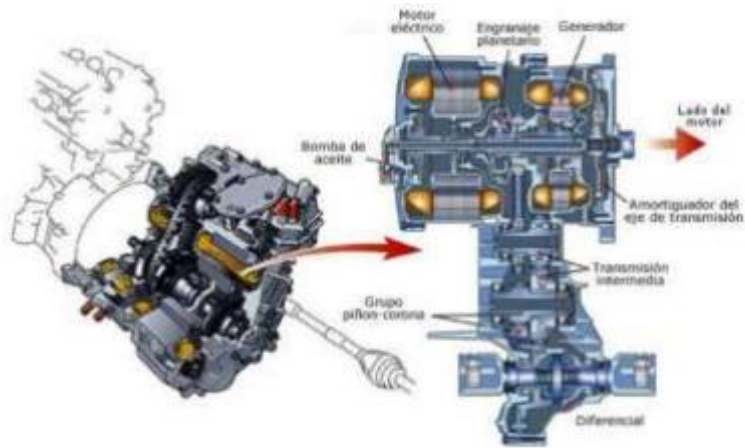
La formación de este arreglo de motor y rueda como se muestra en la figura 29 podemos observar al estator que está conformado por imanes permanentes que se encuentran en un estado estático en medio del eje de la rueda. En cambio, el rotor se acopla por medio de pernos hacia la rueda con el fin que mientras gire el rotor gire la rueda (Sarango , Implementación de un sistema de propulsión eléctrica de un buggy para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE., 2022).

### ***Power split device***

El sistema POWER SPLIT DEVICE es conformado por engranajes planetarios los cuales permiten la relación entre el motor de combustión interna la moto generadores y las ruedas este sistema puede reducir peso espacio y rozamiento en cuanto a la transmisión manual.

### Figura 30

#### *Power split device*



*Nota.* La figura 30 muestra el tipo de transmisión POWER SPLIT DEVICE. Tomado de (Sarango, Implementación de un sistema de propulsión eléctrica de un buggy para la carrera de Tecnología., 2022).

#### **Transmisión CVT**

La transmisión CVT más conocida en los vehículos honda es una buena elección para los vehículos eléctricos e híbridos. El mecanismo de este sistema de transmisión es fácil cuenta con dos poleas una conducida y conductora las que se encargan de que emitir el movimiento por medio de una cadena. Las relaciones de transmisión son infinitas en este tipo por lo cual vendrían a ser muy suaves y de excelente confort (Sarango , Implementación de un sistema de propulsión eléctrica de un buggy para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE., 2022).

**Figura 31**

*Transmisión CVT*



*Nota.* La figura 31 muestra el tipo de transmisión CVT. Tomado de (Sarango, Implementación de un sistema de propulsión eléctrica de un buggy para la carrera de Tecnología., 2022).

### Capítulo III

## Implementación el sistema del tren de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico

### Figura 32

*Prototipo eléctrico*



*Nota.* La figura 32 muestra el prototipo en el cual se va a realizar la implementación del sistema de tren de potencia y transmisión.

Posteriormente se da a conocer los diferentes componentes que constituyen al sistema del tren de potencia y de transmisión de un prototipo de vehículo eléctrico tipo buggy. En el cual se seleccionará el más eficiente y conveniente en cuanto a nuestras aspiraciones deseadas en el proyecto para su siguiente implementación.

### Tabla 1

*Componentes del Sistema de Potencia Eléctrico y Transmisión*

<b>Sistema de Potencia Eléctrico</b>	<b>Sistema de Transmisión</b>
Motor eléctrico	Diferencial
Controlador	Catalina
Batería	Cadena
BMS	
Pedal del acelerador	

*Nota.* En la tabla 1 se muestra *Componentes del Sistema de Potencia Eléctrico y Transmisión*

### Selección del motor

Para empezar con la selección del motor que se utilizó en el prototipo eléctrico tipo

Buggy se realizó una comparativa con motores que existen en el mercado. Es así como se desarrolló la propuesta comparativa primordialmente basándonos en cuanto a peso y potencia. A continuación, se especificará el tipo de motor que fue seleccionado para ser implementado en el prototipo.

**Tabla 2**

*Características de un Motor Modelo: HPM-10KW -- Motor BLDC de alta potencia*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>
<i>Modelo</i>	HPM-10KW -- High Power BLDC Motor
<i>Voltaje</i>	48/72V/96V/120V
<i>Potencia nominal</i>	8KW-20KW
<i>Velocidad</i>	2000-6000 rpm
<i>Eficiencia</i>	91%
<i>Dimensiones</i>	206 mm de diámetro. 170 cm de altura
<i>Peso</i>	17 kg (aire), 17.7 kg (agua)

*Nota.* En la tabla 2 se muestra la ficha técnica de un motor eléctrico de 10 KW.

**Figura 33**

*Motor eléctrico de 10 KW*



*Nota.* La figura 33 muestra el motor eléctrico de 10 KW escogido para la implementación en el prototipo.

### **Instalación**

Para llevar a cabo la instalación se propuso construir una base para el motor con una plancha de acero de 5mm la cual se fijará al bastidor para ello se empieza diseñando soportes para poder soldar en el bastidor utilizando la soldadura MIG.

El motor ira alojado en la parte posterior del prototipo con su respectiva base.

### **Figura 34**

*Base cuadrada colocada en el motor*



*Nota.* La figura 34 muestra la base cuadrada colocada en el motor. posteriormente se diseñó los soportes en el bastidor y en la base para la colocación del motor.

### **Figura 35**

*Soporté construido en el bastidor para el motor*



*Nota.* La figura 35 muestra el soporté construido en el bastidor para el motor.

Se ubico el motor conjuntamente con sus respectivas bases y soportes en bastidor de forma horizontal con el piñón situado en el lado derecho desde una vista posterior.

### **Selección de transmisión**

Los vehículos eléctricos no disponen de alguna caja de cambios de modo que se debe

implementar una relación de transmisión directa entre el diferencial y el motor eléctrico. Al poseer un motor de alta eficiencia la velocidad que vamos a obtener es alta por lo cual se propuso definir una relación de transmisión con un piñón de 10 dientes en el motor y una catalina de 40 dientes en el diferencial.

### **Figura 36**

*Piñón*



*Nota.* La figura 36 muestra el piñón que se va implementar al motor eléctrico.

### ***instalación***

Finalmente se acoplo el piñón del motor con el del diferencial por medio de una cadena de transmisión.

### **Selección del controlador**

Se investigo cerca de los diferentes controladores que existen en el mercado y si poder determinar el que mejor se acople al proyecto tomando en cuenta las características del motor y la batería. El controlador que fue escogido fue el modelo VEC 500 ya que este cumple con las diferentes características técnicas del motor y la batería con ello obtendremos el correcto funcionamiento del motor eléctrico.



**Tabla 3**

*Características de un controlador modelo VEC 500.*

Nombre del artículo	Serie VEC500 (para motor 10KW)
Rango de voltaje	48V/72V
Corriente nominal	200 <sup>a</sup>
Corriente máxima	500 <sup>a</sup>
Modo de control	FOC
Tamaño	200*190*58mm
Peso	3,2 kg
Método de conducción	Control de par directo
Límite de velocidad	Controlado por motor y configuración

*Nota.* En la tabla 3 se muestra Componentes del Sistema de Potencia Eléctrico y Transmisión

**Figura 37**

*Controlador*



*Nota.* La figura 37 muestra el controlador que se implementó en el prototipo.

### ***Instalación***

Una vez dimensionado el controlador se procedió con la elaboración de bases las cuales fijaran al controlador en el bastidor mediante soldadura MIG. Se determinó que el lugar adecuado donde será colocado con una visualización desde la parte posterior en el lado

izquierdo del prototipo donde se realizará su instalación colocándole lo más cerca al motor.

### **Figura 38**

*Instalación del controlador*



*Nota.* La figura 38 muestra la instalación del controlador con sus respectivos soportes y bases en el bastidor del prototipo.

### **Selección de la batería**

La batería de nuestro prototipo deberá tener una capacidad de almacenaje de energía de aproximadamente de 30 Amperios Hora con esta cantidad lograremos obtener la autonomía necesaria para el desarrollo de las actividades para la que está destinado.

### **Figura 39**

*Baterías de Ion Litio*



*Nota.* La figura 39 muestra las baterías de Ion Litio que se utilizó en el prototipo.

**Tabla 4***Características de la Batería Litio Ion*

Ítem	Descripción
<b>Voltaje</b>	<b>72 v</b>
<b>Capacidad</b>	<b>30 Ah</b>
<b>Corriente de descargas</b>	<b>400 Ah</b>
<b>Corriente Constate</b>	<b>150Ah</b>

*Nota.* En la tabla se muestra las características técnicas de la batería seleccionada.

Al ínstate de tener un valor referencial de la capacidad con la que debe contar nuestra batería, escogeremos una en concreto ya que el mercado es muy extenso en cuanto a marcas y tipos de baterías. Mediante el estudio de los diferentes tipos de baterías existentes ya descritos anteriormente se realiza una matriz de decisión que nos ayudará a determinar el tipo de batería de acuerdo a nuestras necesidades.

**Tabla 5***Comparación entre distintos tipos de baterías*

	Coste	Rendimiento	Seguridad	Densidad de potencia	Mantenimiento	Ciclo de vida	Medio Ambiente	Puntuación Final
<b>Pesos</b>	20%	15%	20%	15%	10%	10%	10%	<b>10%</b>
<b>Plomo</b>	10	8	8	1	6	3	1	<b>5,95</b>
<b>Ácido Níquel Cadmio</b>	5	9	8	8	6	5	0	<b>6,25</b>
<b>Li-Ion</b>	4	9	8	10	9	9	8	<b>7,85</b>
<b>ZEBR A</b>	5	6	9	8	5	10	7	<b>6,7</b>

*Nota.* En la tabla 5 se muestra la matriz de decisión para la selección de batería. Tomado de (Cuesta Capellan,)

Pero para que esta batería funcione de manera correcta y permita que el prototipo no tenga dificultades al andar, se deberá modificar el BMS para que el prototipo tenga un buen rendimiento.

### ***Instalación***

Para la instalación de la batería se diseñó una base de metal con predes de láminas de acrílico para poder proteger las baterías de la humedad e impurezas. Los soportes a los costados mantendrán la estabilidad de la batería los soportes de las bases fueron elaborados con soldadura MIG para poder fijar en el bastidor. Las baterías se colocarán en la parte posterior del bastidor del prototipo lo más cercano al motor.

### **Figura 40**

*Instalación de la batería*



*Nota.* La figura 40 muestra la instalación de la batería en el bastidor del prototipo con sus respectivos soportes y bases.

### **Colocación de la batería**

Una vez fijas las bases y soportes de las baterías colocamos las baterías en la base protectora con una conexión en serie. (Positivo-Negativo)

**Figura 41***Instalación de la batería*

*Nota.* La figura 41 muestra la colocación de las baterías en su base protectora con conexión en serie.

**Selección del BMS**

Tomado en cuenta los datos de voltajes de la batería Li-Ion el BMS incluido en la batería de forma que no fue factible se tuvo que implementar un BMS acorde a lo que se busca llegar.

***Instalación***

Se coloca el BMS en la batería de forma que se retornó a empaquetar.

**Instalación del BMS****Selección del Pedal del acelerador**

Por último, para suplementar el tren de potencia a la vez que su funcionamiento sea el adecuado. Se utilizó un pedal de aceleración de forma que este informará al controlador cuando el conductor necesite que dicho motor se active de la misma forma la velocidad que se solicita.

Modelo: FSC-010 -- Acelerador de pie

- Voltaje de salida: 0-5V
- Material: aluminio fundido
- Peso:0.9Kgs
- Características: Resistente al agua

### Figura 42

*Pedal del acelerador*



*Nota.* En la figura 42 muestra el pedal del acelerador de forma que será adjunto en el prototipo.

### **Instalación**

Se diseñó una base para el pedal del acelerador en parte superior delantera del prototipo por medio de soldadura MIG con la ayuda de las barrenaciones que poseía el pedal nos facilitó el trabajo para poder atornillo al bastidor.

**Figura 43**

*Montaje del pedal de aceleración*



*Nota.* En la figura 43 muestra el montaje del pedal de aceleración en parte superior delantera del bastidor.

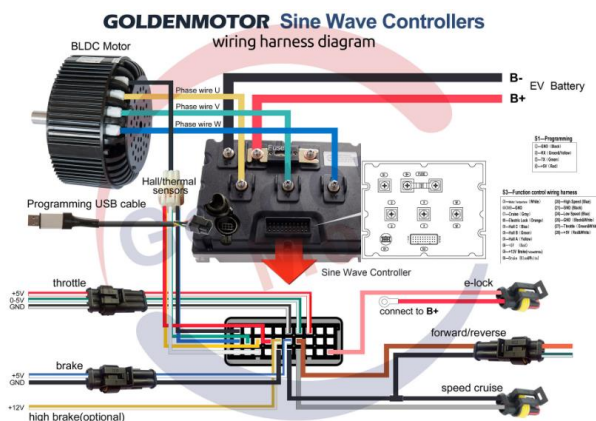
### Ensamblaje final

Una vez ya instalados los componentes en su posición había que identificar los cables para realizar las conexiones dependiendo los colores y llevar a cabo el desarrollo del armado del arnés de cables con el fin de organizar para evitar inconvenientes al momento del funcionamiento.

### Diagrama de conexión de componentes

**Figura 44**

*Diagrama de conexión componentes*



*Nota.* La figura 44 muestra la colocación de las baterías en su base protectora con conexión en serie.

## Capítulo IV

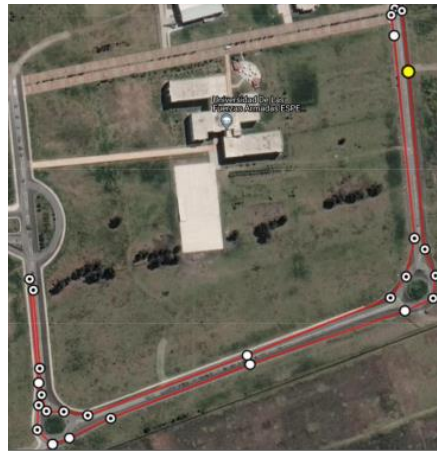
### Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Potencia y Transmisión

#### Diseño de la ruta

Las pruebas de funcionamiento se realizaron en las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" en el campus Belisario Quevedo. Con un recorrido como se muestra en la figura con un recorrido total de 2 km por vuelta.

#### Figura 45

*Plan de la ruta*



*Nota.* En la figura 45 muestra el plan de la ruta que se escogió donde tenemos rectas curvas ect para poder probar el prototipo.

#### Figura 46

*Prueba en vacío*





*Nota.* En la figura 46 muestra la prueba en vacío para poder probar el prototipo.

Para realizar la prueba en vacío tuvimos que desacoplar la cadena que transmitía el movimiento entre el piñón y el diferencial con el fin que gire únicamente el motor.

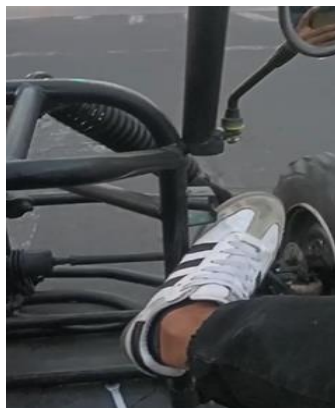
### **Pruebas de protocolo**

Al finalizar con la instalación de todos los componentes que conforman el sistema de tren de potencia eléctrico y transmisión en el prototipo de competición biplaza eléctrico, debemos comprobar el funcionamiento de cada componente es por esta razón que se empezó realizando 5 vueltas como pruebas de protocolo de manera que se pueda identificar inconvenientes que puedan afectar posteriormente las pruebas de funcionamiento.

Una vez concluidas las pruebas de protocolo biplaza, se verifico que todos los componentes estén funcionando correctamente al igual que estén bien colocados y sujetos al bastidor para poder empezar a realizar las pruebas de potencia, velocidad y autonomía, pero antes se diseñó la ruta en donde se pondrá a prueba el prototipo.

### **Figura 47**

*Pruebas de protocolo*



*Nota.* En la figura 47 muestra pruebas del protocolo en el prototipo.

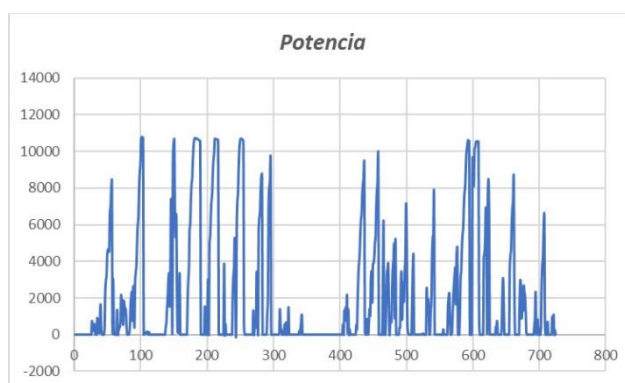
### **Pruebas de potencia**

Las pruebas de funcionamiento se las realizó al sur de la ciudad de Latacunga

específicamente en el barrio Belisario Quevedo, en la infraestructura de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe sede Latacunga realizando una vuelta con un recorrido de 2 km. Como se observa en la figura, el trayecto marcado posee curvas, pendientes, rectas, y bajadas lo cual nos será de gran ayuda para determinar de mejor manera el comportamiento del prototipo biplaza eléctrico. Una vez concluida las pruebas de potencia, mediante las características técnicas del motor y uso de una pinza amperimétrica obtuvimos los siguientes resultados.

### Figura 48

*Pruebas de potencia*



*Nota.* En la figura 48 muestra pruebas de potencia que se escogió donde tenemos rectas curvas, para poder probar el prototipo.

### Tabla 6

*Resultados obtenidos pruebas de potencia*

Ítem	
Descripción	<b>9360 W</b>
Amperaje	<b>130 A</b>
Voltaje	<b>72 V</b>

*Nota.* En la tabla 6, se detallan los resultados obtenidos en las pruebas de potencia realizadas en un recorrido de 2 km.

## Pruebas de velocidad

Para las pruebas de velocidad se usó la aplicación Torque la cual nos brinda ciertos parámetros como la longitud, latitud, altitud, velocidad, tiempo y entre otros parámetros. Los parámetros que se tomó en cuenta fue la velocidad y el tiempo, por lo que en el trayecto de los 2 km se obtuvo la siguiente grafica Como se observa en la figura 49 al realizar la prueba se pudo determinar que a una carga de batería del 84% y teniendo en cuenta no superar los 130 amperios, se alcanzó una velocidad máxima de 9.28 m/s que en kilometraje es 33.41km/h en un tiempo de 337 segundos.

### Figura 49

*Pruebas de velocidad*



*Nota.* En la figura 49 muestra el plan de pruebas de velocidades que se escogió donde tenemos rectas curvas, para poder probar el prototipo.

## Pruebas de autonomía

Anteriormente se mencionó, al iniciar las pruebas la batería tenía una carga del 84% y luego de realizar el recorrido de la pista alrededor de 3 vueltas, la carga de la batería disminuyo en un 7%, es decir, al finalizar las pruebas la carga final de la batería fue de 74%. Por lo cual, mediante una relación entre el porcentaje de batería, el kilometraje y el tiempo de prueba, se determinó que la autonomía aproximada del prototipo biplaza con una batería cargada al 100%

es de más 3 a 4 horas a una velocidad entre 30 km/h y 40 km/h.

## Figura 50

### *Pruebas de autonomía*



*Nota.* En la figura 50 muestra el plan pruebas de autonomía se escogió donde tenemos rectas curvas ect para poder probar el prototipo.

## Capítulo V

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

Una vez finalizado el proyecto de investigación se concluye:

- Se indagó sobre los diferentes tipos de motores eléctricos y transmisión que se pueda adaptar en un prototipo de vehículo eléctrico tipo buggy basándonos en sus características que nos puede proporcionar al proyecto considerando que sea de gran eficiencia para el prototipo.
- Se realizó el dimensionamiento para la colocación de los componentes eléctricos mediante la elaboración de bases aplicando soldadura MIG para la fijación en el bastidor del prototipo.
- Se realizaron las correspondientes pruebas de funcionamiento del prototipo donde se pudo determinar que posee de una buena eficiencia y rendimiento en pendientes descendentes y rectas.

## Recomendaciones

- Cuando se vaya a manipular los componentes del sistema de potencia, primero se debe desenergizar el circuito eléctrico del prototipo, es decir, desconectar la conexión entre batería y controlador.
- Cuando se vaya a acelerar, es recomendable no mantener accionado el freno con el pie izquierdo para evitar un sobre esfuerzo del motor, lo que conllevaría a un sobrecalentamiento.
- Encender el prototipo únicamente cuando se lo vaya a utilizar caso contrario puede existir de energía sin uso

## Bibliografía

- Aldaz , E., & Chancusi , J. (2021). Construcción de un prototipo de vehículo eléctrico monoplace alimentado por pilas de combustible para facilitar la movilización en las ciudades. *Monografía, previo a la obtención de Tecnólogo en Mecánica Automotriz*. Espe, Latacunga.
- Alvarado Rojas, J. (2019). Diseño e implementación de un modelo computacional de una bicicleta eléctrica con pedaleo asistido que permita evaluar el tren de potencia y sistema de control. *Tesis presentada como requisito para optar al título*. Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Álvarez Veintimilla, C. E., & Carrera Tapia, R. D. (2015). Artículo Científico-Diseño, construcción e implementación de un sistema de dirección asistida hidráulicamente a las cuatro ruedas de un vehículo automotor.
- Barragán, S. M. T., Chiriboga, W. H. T., & Tapia, R. D. C. (2022). Gamificación en el proceso de lectoescritura. *Revista Científica y Tecnológica VICTEC*, 3(5), 1-18.
- Bosch , A. (2022). Simulación de componentes de un vehículo eléctrico. *Trabajo Fin de Máster*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA, Valencia.
- Bustillos, D. (2022). MAGNETIC PARTICLES IN FERROMAGNETIC MATERIALS USED IN HEAVY DUTY TRUCKS. *REVISTA MULTIDISCIPLINARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO, TECNOLÓGICO, EMPRESARIAL Y HUMANISTA.*, 4(1), 4-4.
- Calispa , Á., & Córdova , D. (2022). Implementación del sistema de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo de competición formula SAE eléctrico para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. *Monografía*. Espe, Latacunga.
- Calispa Potosi, Á. A., & Córdova Vargas, D. A. (2022). Implementación del sistema de potencia

- y transmisión de un prototipo de vehículo de SAE. *Monografía, previo a la obtención del Título*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga.
- Camuendo Cabascango, O. F., & Manuel Patricio Pastaz Tambi, M. P. (2020). ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA DE VEHÍCULOS URBANOS ELÉCTRICOS Y. *TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, Ibarra.
- Carreño Hernández, J. (2022). COMPARATIVA DE MOTORES AC IMPLEMENTADOS SOBRE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO DE BATERÍA. *Máster Universitario en Ingeniería Mecatrónica*. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA.
- Chamorro , D., & Díaz , J. (2022). Diseño de un vehículo monoplaza eléctrico con baterías de litio mediante el uso de software de ingeniería. *Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz*. Espe, Latacunga.
- Collaguazo, F., & Mena, B. (2019). Integración de Vehículos Eléctricos en las Redes Modernas de Energía. <https://www.researchgate.net/>, 1.  
<https://doi.org/https://www.researchgate.net/>
- Cumbe Guerrero, C. R. (2021). Optimización topológica de las manguetas delanteras y posteriores para un vehículo eléctrico biplaza. *Bachelor's thesis*. Universidad del Azua.
- Duran Gonzalez, M. A. (2018). CONVERSIÓN DE UN TREN DE POTENCIA CONVENCIONAL A UN TREN DE POTENCIA HÍBRIDO ELÉCTRICO. *Tesis para obtener el título*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, Mexico.
- Fajardo, M., Isaias, J., & Naranjo Arredondo, J. M. Implementación un sistema de dirección electrohidráulica en el eje posterior para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L.



- Fernández Rosales, J. (2018). *Motores eléctricos para la industria*.
- Gavilanez Uquillas , B. D., & Yumbo Iza, W. F. (2019). DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA Y SUSPENSIÓN DELANTERA DEL VEHÍCULO. *PROPUESTA TECNOLÓGICA*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- Golden , M. (2023). *Goldenmotor.com*. Obtenido de <https://www.goldenmotor.com/>
- Gomez Suarez, I. (2020). *Mantenimiento electromecánico de motores eléctricos*. Ediciones Paraninfo. <https://doi.org/https://books.google.es/>
- Jorque, A., Fernandez, C., Arias, X., & Carrera, R. (2022). Modelo para calcular el coeficiente de fricción estático y dinámico de materiales. *Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 4(2).
- Jorque, A., Arias, X., & Carrera, R. (2023). Protección anticorrosiva de materiales en aplicaciones automotrices e industriales: Revisión. *Investigación Tecnológica IST Central Técnico*, 5(1).
- Molero Piñeiro, E., & Pozo Ruz, A. (2018). *El vehiculo electrico y su estructura*. España: MARCOMBO SA.
- Loachamin Ortega, M. (2021). Implementación del Sistema del Tren de Potencia Eléctrico y Transmisión de un Go-Kart para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. *Monografía Previa a la Obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz*. Espe, Latacunga.
- Pereira Cabeza, N. (2020). Tipos de propulsión en los remolcadores portuarios y su aplicación a la maniobra. *Máster Universitario en Náutica y Gestión del Transporte Marítimo*. Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo.
- Pilco , W., & Gualotuña , W. (2022). Implementación de un sistema de tracción eléctrico en el vehículo monoplaza mediante la selección adecuada de componentes para tener

- como resultado un vehículo ecológico. *Monografía, previo a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz*. Espe, Latacunga.
- Potosi, Á., & Córdova Vargas, D. (2022). Implementación del sistema de potencia y transmisión de un prototipo de vehículo de. *Monografía, previo a la obtención del Título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz*. Espe, Latacunga.
- Roás Valera, L. (2011). Los vehiculos electricos . En *Los vehiculos electricos* .
- Sanchez Gallego, J. (2022). *VEHÍCULO ELÉCTRICO:PRESENTE Y FUTURO*. UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID, Madrid, España.
- Sarango , P. (2022). Implementación de un sistema de propulsión eléctrica de un buggy para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. *Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz*. Espe, Latacunga.
- Sarango, P. (2022). Implementación de un sistema de propulsión eléctrica de un buggy para la carrera de Tecnología. *Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Automotriz*. Espe, Latacunga.
- Tapia, R. D. C., Vargas, L. V. G., & Barragán, S. M. T. (2022). Efecto de las estrategias virtuales en enseñanza-aprendizaje en nivel Tecnológico Superior. *Revista Científica y Tecnológica VICTEC*, 3(5), 29-45.
- Tenelema , A., & Sánches , J. (2021). Implementación de un sistema de tracción eléctrica aplicado al vehículo prototipo fórmula SAE de la carrera de Ingeniería Automotriz. *Trabajo de titulación*. Epoch, Riobamba.
- Trujillo Sandoval, D. J., & García Torres, E. M. (2020). Respuesta de demanda de energía por introducción de vehículos eléctricos. *I+D TECNOLOGICO*.
- Valdivieso , C. R., & Salamea Ortega, L. I. (2019). DISEÑO DE UN SCOOTER ELÉCTRICO COMO ALTERNATIVA. *Proyecto de Investigación*. ESCUELA SUPERIOR

POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba, Ecuador .

Valera Roas, L. I. (2018). Los vehiculos electricos. Nebrija.

Veintimilla, B., Montenegro, O., & Raza, N. (2023). Diseño y construcción de un vehículo monoplace impulsado eléctricamente. *Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz*. Espe, Latacunga.

## Anexos