



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS**

**Diseño y construcción de un arnés eléctrico para motocicleta eléctrica sujeto a normativas ecuatorianas.**

**Trabajo de fin de Carrera titulado:**

**Realizado por:**

Esteban Adrián Proaño Pazmiño

**Director del proyecto:**

PhD(c). Diego F. Bustamante V. Ing.

**Como requisito para la obtención del título de:**

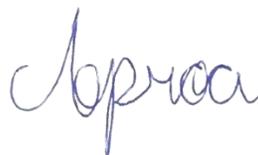
**INGENIERO EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

QUITO, Marzo del 2024

### **Declaración juramentada**

Yo, Esteban Adrián Proaño Pazmiño, ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 1722308630, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



-----  
Esteban Adrián Proaño Pazmiño

C.I.: 1722308630

**Declaración del director de tesis**

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

-----

PhD(C). Diego F. Bustamante V. Ing.

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

**LOS PROFESORES INFORMANTES:**

MARÍA GABRIELA MANCHENO FALCONÍ

EDILBERTO ANTONIO LLANES CEDEÑO

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gabriela Mancheno', written over a horizontal line.

Ing. Gabriela Mancheno

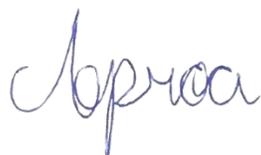
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edilberto Llanes', written over a horizontal line.

Ing. Edilberto Llanes

Quito, X de XXXX de 202X

### **Declaración de autoría del estudiante**

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



---

Esteban Adrián Proaño Pazmiño

C.I.: 1722308630

## **Agradecimientos**

A mis padres los cuales me ofrecieron su apoyo a lo largo de mi vida y que por ellos he llegado hasta donde me encuentro en la actualidad.

A la Universidad Internacional SEK y a sus profesores los cuales me permitieron cursar esta carrera lo que me permitió mejorarme no solo intelectualmente sino también como persona.

## **Resumen**

En el presente proyecto de investigación, se realiza el prototipo de arnés de eléctrico de la motocicleta 100% eléctrica, este proyecto contiene diagramas de conexión de los circuitos, los cuales deben cumplir normativas IEC 60617 y NTE INEN 0061, este proyecto se considera de importancia debido al cambio que se ha ido percibiendo en esta generación que la matriz energética de la movilidad, migrando de combustibles fósiles a energías alternativas las cuales no solo son no contaminantes sino que también sustentables. Se inicia el proyecto identificando el problema, luego se identificarán los diferentes sistemas de la motocicleta eléctrica que debe conectar el arnés eléctrico. Adicionalmente con los elementos se van a hacer los diagramas de conexiones y la simulación de estos mismos, para finalizar se va a tener que acoplar el arnés eléctrico y los componentes a la estructura de la motocicleta.

Palabras clave: 1. Motocicleta eléctrica, 2. Arnés de cables, 3. Normativas, 4. Movilidad, 5. Diagramas de conexión, 6. Prototipo.

### **Abstract**

In the present research project, the prototype of the electrical harness for the 100% electric motorcycle has been developed. This project includes circuit connection diagrams, which must follow IEC 60617 and NTE INEN 0061 regulations. The project is considered important due to the noticeable shift in this generation towards alternative energy sources in mobility, transitioning from fossil fuels to not only non-polluting but also sustainable energies. The project begins by finding the problem, followed by naming the different systems of the electric motorcycle that the electrical harness must connect. Additionally, using the components, connection diagrams will be created, and simulations of these will be conducted. Finally, the electrical harness and components will need to be integrated into the motorcycle's structure.

Keywords: 1. Electric motorcycle, 2. Wire Harness, 3. Regulations, 4. Mobility, 5. Connection diagrams, 6. Prototype.

## Tabla de Contenidos

Declaración juramentada.....	ii
Declaración de autoría del estudiante .....	v
Agradecimientos .....	vi
Resumen .....	7
Abstract .....	8
Tabla de Contenidos.....	9
Introducción .....	1
Planteamiento del Problema.....	3
Justificación.....	5
Objetivos .....	6
Objetivos específicos .....	6
Hipótesis.....	6
Estado del arte .....	7
Sistemas eléctricos .....	7
Diagramas o esquema eléctrico.....	8
Tipos de Diagramas/Esquema Eléctricos.....	8
Interpretación de un diagrama/esquema eléctrico.....	12
Interpretación del cableado en los diagramas eléctricos.....	12
Simbología usada en los diagramas eléctricos.....	13
Programas utilizados para el proyecto .....	13

	10
Metodología .....	15
Selección de elementos usados en una motocicleta eléctrica y sus características .....	15
Controladora.....	17
Motor.....	19
Batería. ....	21
Velocímetro digital.....	22
Control de Acelerador. ....	23
Luces. ....	24
Claxon. ....	29
Control de luces y claxon.....	30
Control de encendido. ....	33
Convertidor DC-DC.....	34
Realización de los esquemas de circuitos. ....	35
Simulación de los diagramas usando EveryCircuit.....	39
Construcción de acuerdo con los diagramas. ....	43
Resultados .....	48
Codificación de los cables.....	48
Diagramas de elementos y conexiones .....	48
Diagramas de conexiones con la controladora.....	48
Diagramas Sistema misceláneos (Luces, Carga de Batería, Transformador DC-DC).54	54
Ensamble del Prototipo en la motocicleta electrica. ....	56
Discusión de Resultados .....	56

	11
Conclusiones .....	57
Recomendaciones.....	58
Anexos .....	61

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Diferentes nomenclaturas en fabricantes Automotrices para 2 colores</i> .....	12
<b>Tabla 2</b> <i>Componentes necesarios para la funcionalidad de una moto eléctrica</i> .....	16
<b>Tabla 3</b> <i>Especificaciones establecidos por el fabricante de la controladora</i> .....	18
<b>Tabla 4</b> <i>Características Motor eléctrico 8000w 50H V3</i> .....	19
<b>Tabla 5</b> <i>Características farol U7 (ojos de ángel)</i> .....	25
<b>Tabla 6</b> <i>Características de el claxon entregadas por el fabricante</i> .....	30

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Estructura de motocicleta armada en FICA .....	4
<b>Figura 2</b> Diagrama de componentes Ejemplo.....	9
<b>Figura 3</b> Esquema Detallado del circuito de encendido de una moto AK125/150 EVO R3.....	10
<b>Figura 4</b> Diagrama Eléctrico General Honda REBEL CMX250 87/89 .....	11
<b>Figura 5</b> Diagrama de flujo en el cual están las etapas del proyecto. ....	15
<b>Figura 6</b> Controladora entregada por la universidad .....	17
<b>Figura 7</b> Controladora Votol EM100.....	18
<b>Figura 8</b> Motor QSMOTOR 8KW 50H V3 .....	21
<b>Figura 9</b> Paquete de baterías que fue usado en la motocicleta eléctrica .....	22
<b>Figura 10</b> Velocímetro digital 719202 que se usó en el proyecto.....	23
<b>Figura 11</b> Manillar de 3 velocidades con control de dirección de giro de rueda de motor .....	24
<b>Figura 12</b> Faros led ojo de ángel.....	25
<b>Figura 13</b> Direccionales usadas en la motocicleta eléctrica .....	26
<b>Figura 14</b> Relé Flasher de 12V para motocicleta .....	27
<b>Figura 15</b> Conjunto de luz de freno .....	28
<b>Figura 16</b> Conjunto led trasero usado en la motocicleta eléctrica.....	29
<b>Figura 17</b> Claxon tipo lavabo universal para moto .....	29
<b>Figura 18</b> Control de manillar principal .....	31
<b>Figura 19</b> Interruptor universal de manillar de motocicleta .....	32
<b>Figura 20</b> Conjunto de bomba de freno Marca CVO modelo CVO-003 .....	33
<b>Figura 21</b> Alarma antirrobo de motocicleta eléctrica con función de encendido genérica .....	34

	14
<b>Figura 22</b> <i>Convertidor DC-DC usado en el proyecto</i> .....	35
<b>Figura 23</b> <i>Diagrama de conexión proporcionado por VOTOL para controladores de los modelos EM</i> .....	36
<b>Figura 24</b> <i>Boceto de la planificación conexiones de componentes de componentes</i> .....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
<b>Figura 25</b> <i>Controladora hecha en el programa Lucidchart que se va a usar para los diagramas</i>	37
<b>Figura 26</b> <i>Diagrama de conexiones Motor-Controladora</i> .....	38
<b>Figura 27</b> <i>Diagrama específico conexión Batería-Controladora con leyenda</i> .....	39
<b>Figura 28</b> <i>Canvas de trabajo de EveryCircuit</i> .....	40
<b>Figura 29</b> <i>Funcionamiento en tiempo real del circuito encendido direccionales.</i> .....	42
<b>Figura 30</b> <i>Medición de cableado luces de freno y direccionales en la estructura metálica</i> .....	44
<b>Figura 31</b> <i>Cableado con los conectores pertinentes</i> .....	45
<b>Figura 32</b> <i>DYMO LABEL Manager 160e</i> .....	46
<b>Figura 33</b> <i>Stickers para la codificación del cableado</i> .....	47
<b>Figura 34</b> <i>Diagrama de componentes de la controladora Votol EM 100</i> ;	<b>¡Error! Marcador no</b>
<b>definido.</b>	
<b>Figura 35</b> <i>Diagrama de elementos Controladora-Batería</i> .....	48
<b>Figura 36</b> <i>Diagrama conexión Controladora/Motor</i> .....	49
<b>Figura 37</b> <i>Diagrama conexiones Controladora/Alarma/Encendido</i> .....	51

## **Introducción**

La ingeniería mecánica igual que muchas otras ciencias se va actualizando, dependiendo de las necesidades que poseen las diferentes generaciones de tecnologías; en la actualidad existe la preocupación de que el combustible fósil que se usa para hacer funcionar los vehículos automotores, es un recurso limitado o también llamado no renovable, sumado a sus características contaminantes, el cual al ser encendido crea gases de efecto invernadero, convirtiendo a la industria del transporte en una de las que más combustible consumen (Alarcón, 2011)), en ciudades como Quito la mayor porción de la energía generada por combustibles fósiles está asociada con el parque automotor.

Considerando este hecho se han proporcionado más recursos en el mejoramiento de los vehículos automotores para que sean más eficientes, dando como resultado nuevos tipos de tecnologías (Blázquez & Moreno, 2010) señalan que las tecnologías que están contribuyendo a reducir la emisión de gases y apoyan al ahorro energético son las siguientes: vehículos que funcionan con biocarburantes, vehículos que funcionan con gas y el vehículo eléctrico. Esta constante actualización da pie a un cambio en la industria y fuentes de energía y obteniendo como resultado el desarrollo de alternativas al combustible para su uso la automoción.

Dentro de dichas alternativas mencionadas se encuentra la energía eléctrica, la cual ha experimentado un rápido crecimiento y se ha convertido en una alternativa sostenible y eficiente en el sector del transporte.

“El vehículo eléctrico es la única tecnología disponible que no genera ningún tipo de emisión y, por tanto, no contamina en absoluto donde circula. La ausencia de

contaminación local es un factor especialmente importante en las ciudades, que es donde se concentran más del 70% de la población europea. No sólo las emisiones de CO<sub>2</sub> son importantes, el VE tampoco emite partículas en suspensión, ni óxidos de nitrógeno” (Blázquez & Moreno, 2010)

Las motocicletas eléctricas han ganado popularidad debido a su potencial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, para aprovechar al máximo las ventajas de estas motocicletas es fundamental contar con sistemas eléctricos seguros, confiables y eficientes; en la forma de que estos estén acoplados y sean suministro de la energía que necesitan para su funcionamiento; para eso el arnés eléctrico, también conocido como cableado o arnés de cables, es un componente esencial que conecta y organiza los sistemas eléctricos de un vehículo, incluyendo el cableado, los conectores y los dispositivos de control. Su correcta implementación en una motocicleta eléctrica garantiza un funcionamiento seguro y confiable del sistema eléctrico, así como un rendimiento óptimo del vehículo. Los arneses eléctricos proporcionan varias ventajas sobre los cables sueltos, mediante la unión de alambres y cables en el arnés, estos pueden ser protegidos contra diferentes efectos adversos como lo son: las vibraciones, abrasiones y la humedad (Amores, Amores, & Castillo, 2014).

Con dicho contexto, el presente proyecto se centra en el diseño y desarrollo de un arnés eléctrico, específico para uso en motocicletas. Este arnés, compuesto por un conjunto de cables, conectores y dispositivos de protección, proporcionará la conexión eléctrica necesaria entre los diferentes componentes del sistema de la motocicleta. Su

objetivo principal es asegurar una distribución eficiente y segura de la energía, así como facilitar la comunicación entre los diversos sistemas y componentes del vehículo.

### **Planteamiento del Problema**

Las motocicletas eléctricas están ganando popularidad debido a sus precios asequibles, es fundamental abordar el diseño y construcción del arnés eléctrico ya que este juega un papel crucial en el funcionamiento de estos vehículos.

El arnés eléctrico es el sistema responsable de la interconexión y transmisión de energía eléctrica entre los diferentes componentes del vehículo, como el motor, la batería, el sistema de carga, los sistemas de iluminación, entre otros. Un arnés eléctrico eficiente y bien diseñado es crucial para garantizar un rendimiento óptimo del sistema eléctrico de la motocicleta.

Este proyecto inicia por el interés de la Universidad Internacional SEK, que desea promover proyectos en los cuales se prueben tecnologías innovadoras, existen varios de estos trabajos, como ejemplo la Figura 1, en la cual se observa un antiguo proyecto de electromovilidad, pero solo representa un chasis el cual no posee la capacidad de locomoción en el estado que se encuentra al momento de tomar la fotografía.

Esta investigación forma parte de una secuencia de diferentes trabajos, creados por varios individuos, con el objetivo de que el prototipo mostrado en la Figura 1 sea funcional, para lo cual el presente va a estar enfocado en la aportación de un arnés de cables y hacer que los diferentes sistemas eléctricos necesarios estén en funcionamiento.

### **Figura 1**

*Estructura de motocicleta armada en FICA*



*Nota.* En la figura se presenta una motocicleta eléctrica encontrada en FICA perteneciente a la UISEK, está presente solo chasis.

## **Justificación**

El uso de vehículos eléctricos nos permite aprovechar la generación de energía que se produce en Ecuador, donde se considera que si se puede abastecer el creciente mercado de automotores eléctricos (Navarrete, 2022), se sostiene que es un país en el que ambientalmente es viable introducir una masificación de movilidad eléctrica para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Ecuador también busca, por parte gubernamental, el cambio a vehículos eléctricos dando diferentes incentivos para los consumidores, como se puede observar en el numeral 14 del artículo 55 de la ley de Régimen Tributario Interno “los Vehículos para uso particular, transporte público y de carga” tendrán tarifa del 0% en el impuesto del I.V.A (Impuesto al Valor Agregado), mientras que los vehículos normales tienen la tarifa del 12% (EC servicios de rentas Internas, 2010).

Los fabricantes de vehículos eléctricos están invirtiendo constantemente en esta tecnología, que todavía se considera en etapa temprana (Navarrete, 2022), esto supone que este mercado, aunque no sea nuevo, va a seguir avanzando con el paso del tiempo gracias a la gran cantidad de recursos de las empresas inversoras. Se espera un crecimiento significativo en el mercado y una mayor demanda en los próximos años, por eso el desarrollo de componentes como lo son los arneses eléctricos son una clave para mejorar la eficiencia y relevancia de este tipo de vehículos, mediante la construcción de los cables en un haz, el espacio se optimiza y el riesgo de un cortocircuito disminuye, el tiempo de instalación se reduce y el proceso puede ser estandarizado fácilmente (Amores, Amores, & Castillo, 2014).

## **Objetivos**

Construir un arnés eléctrico usando normativas IEC 60617 y NTE INEN 0061, para asegurar una distribución de energía desde la batería a los distintos sistemas y componentes de la motocicleta

### ***Objetivos específicos***

1. Diseñar un arnés eléctrico detallado que se adapte a la arquitectura de la motocicleta eléctrica, teniendo en cuenta la ubicación de los sistemas y componentes que requerirán energía.
2. Implementar el arnés eléctrico de acuerdo con el diseño previamente establecido, asegurando la correcta conexión de todos los componentes y la distribución eficiente de energía.

## **Hipótesis**

Se puede construir un arnés eléctrico, el cual cumpla con la función de transportar energía a los diferentes sistemas de la motocicleta, y cumpla con las especificaciones en las normativas IEC 60617 y NTE INEN 0061.

## **Estado del arte**

Las motocicletas eléctricas son similares a sus contrapartes de combustión, pero con la distintiva diferencia de sus sistemas de propulsión, las motocicletas regulares utilizan motores de combustión y las motocicletas eléctricas usan un motor eléctrico además de poseer un sistema que sustenta de energía a la misma; (Gallego, 2022). Menciona que para que un vehículo sea clasificado como una motocicleta eléctrica tiene que ser un vehículo de 2 ruedas cuya potencia es 11Kw aproximadamente y tiene una velocidad de 45 km/h o superior.

Las motocicletas eléctricas han ganado popularidad en estos años debido a sus características, son muy usadas en zonas urbanas y al ser eléctricas estas tienen la facilidad de recargarse mientras están en casa. (Gallego, 2022) también resalta que, en Asia, el auge de las motocicletas eléctricas se debe a sus costes competitivos y que no tienen la necesidad de obtener permisos especiales; siendo China el principal país en el desarrollo y uso de esta tecnología.

### **Sistemas eléctricos**

El sistema eléctrico de los vehículos es el conjunto principal de componentes para la correcta función de los automotores. Los vehículos actualmente son controlados con la asistencia de sistemas eléctricos, los cuales se encargan de diferentes funciones dentro del vehículo, siendo estos operados y monitoreados electrónicamente (Carillo & Hinojosa, 2001).

Basándonos en este contexto, los sistemas eléctricos son los diferentes elementos o conjuntos de estos elementos, que necesitan electricidad para funcionar o enviar alguna

señal, siendo el medio de transporte de la energía eléctrica el cableado; este se lo puede definir como el conjunto de operadores unidos de tal forma que permitan el paso de una corriente eléctrica para conseguir un efecto deseado (Crouse & Hanglin, 2013).

### **Diagramas o esquema eléctrico**

El diagrama eléctrico busca representar de una manera sencilla los elementos y las conexiones que existen en un sistema eléctrico; este es un dibujo simplificado en el que se representan los diferentes elementos del circuito usando símbolos los cuales son normalizados (Bismarks, JL, 2022).

No existe solo un tipo específico de interpretación de un circuito en un diagrama eléctrico, por lo general se busca utilizar el tipo de esquema más apto para la situación y la representación del circuito deseado.

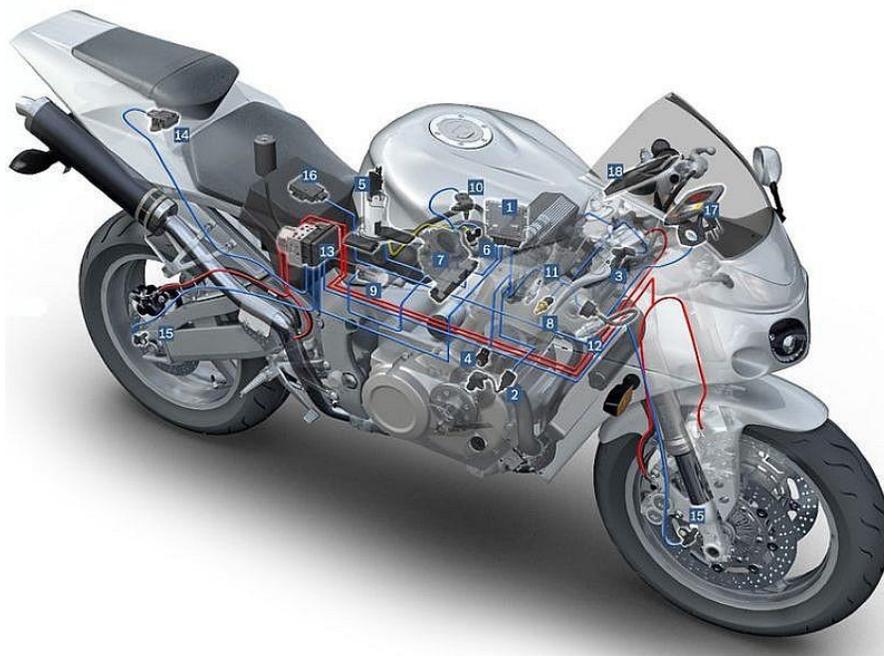
### ***Tipos de Diagramas/Esquema Eléctricos***

#### ***Esquemas de situación componentes***

Este tipo de diagrama muestra la ubicación de los componentes en un esquema tridimensional del vehículo, estos pueden incluir la cablería o mostrar la ubicación de componentes en dicho esquema (Llanos López, 2017), según Llanos, este tipo de esquema nos muestra un diagrama tridimensional del vehículo, en este tipo de diagrama se facilita la observación espacial del componente deseado. Como se puede observar en la figura 6, los elementos suelen ser numerados y resaltan del diagrama para su fácil comprensión; estos números generalmente están conectados a una leyenda, que se la puede encontrar en una tabla adyacente al mismo diagrama, la cual da información sobre el elemento especificado.

## Figura 2

### *Diagrama de componentes Ejemplo*



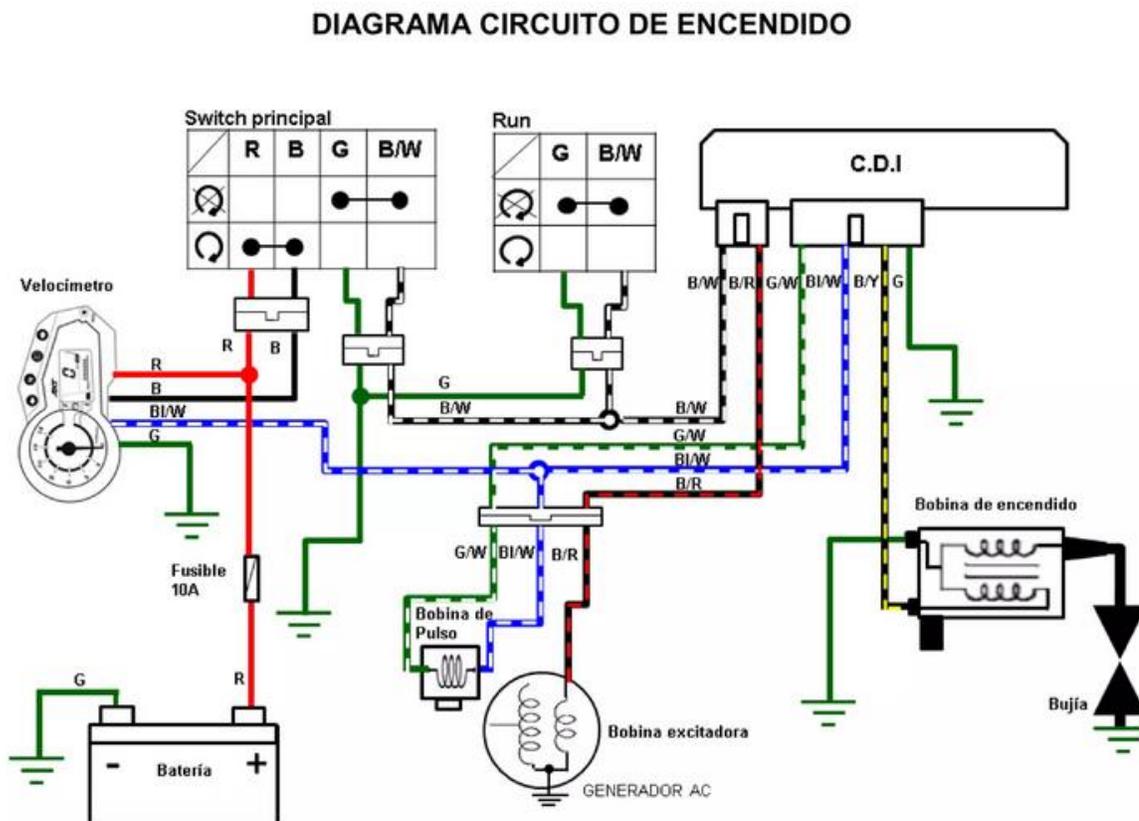
*Nota.* En la Figura 6 se observa un diagrama de componentes del sistema eléctrico de una motocicleta, este se usa como ejemplo de cómo debería ser el diagrama en tres dimensiones. Adaptado de: [soymotero.net](http://soymotero.net)

### *Esquema detallado.*

Este tipo de esquema muestra las conexiones y componentes existentes en un circuito determinado, muchos esquemas detallados se hacen por tramos (Llanos López, 2017); como el nombre implica este esquema es específico para representar detalles ya sean elementos o conexiones de cableado a componentes, estos se identifican con símbolos estandarizados y en caso de cables con códigos de color.

**Figura 3**

*Esquema Detallado del circuito de encendido de una moto AK125/150 EVO R3*



*Nota.* En la Figura 7 se observa un esquema de detallado del sistema encendido de una motocicleta, este se usa como ejemplo para apreciar los diferentes elementos representados y sus respectivas conexiones, también se pueden observar que los cables están codificados por colores. Adaptado de: [Manual del usuario de AKT.](#)

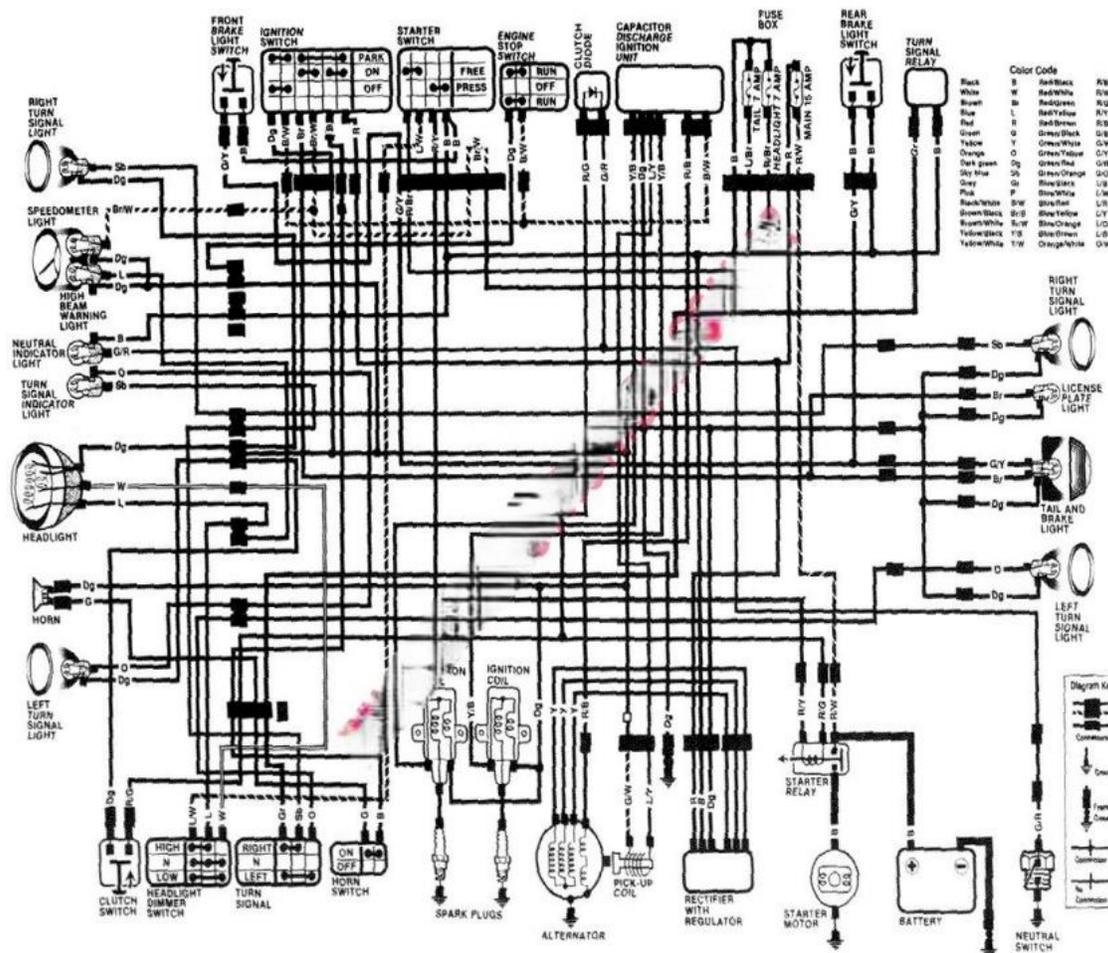
*Esquema General.*

Este tipo de esquema muestra los diferentes circuitos del vehículo y la unión entre ellos, pero no profundizan en cada uno (Llanos López, 2017), siendo una representación generalizada del circuito, enfocándose más en la unión de los diferentes circuitos, para

crear un sistema, se lo puede considerar como la versión simplificada de unir varios esquemas detallados interconectados.

**Figura 4**

*Diagrama Eléctrico General Honda REBEL CMX250 87/89*



*Nota.* En la Figura 8 se observa un diagrama general del sistema de encendido de una motocicleta, este se usa como ejemplo de un diagrama general, se muestra como los diferentes circuitos que componen la ignición están conectados entre sí, se observa que no se detalla o hace énfasis ninguno en específico. Adaptado de: [cmelectronica.com.ar](http://cmelectronica.com.ar)

### **Interpretación de un diagrama/esquema eléctrico.**

Los autores de los diagramas eléctricos buscan que estos sean fácilmente interpretados y evitar que el usuario final reciba información errónea de forma accidental, para eso los fabricantes utilizan diferentes formas de identificación de componentes en sus diagramas esos pueden ser: códigos de letras, números o imágenes (Llanos López, 2017); Estos códigos deben de ser empleados junto con una leyenda la cual especifique el código o símbolo y explique al usuario su significado.

### ***Interpretación del cableado en los diagramas eléctricos.***

Los cables se representan con líneas continuas o discontinuas, en el vehículo los cables, dependiendo del autor, suelen estar representados con diferentes colores en el esquema (Domínguez & Ruiz, 2012); la diferencia de color facilita su ubicación en el esquema, estos colores representan de forma verídica el color del cable a utilizarse en el proyecto y estos varían de acuerdo con el fabricante.

### **Tabla 1**

*Diferentes nomenclaturas en fabricantes Automotrices para 2 colores.*

Color	BMW	Honda	Peugeot (PSA)
Negro	SW	BLK	NR
Rojo	RT	RED	RG

*Nota.* En la tabla 1 Se observan las diferentes nomenclaturas que encontramos en los diagramas eléctricos de estos fabricantes, se aprecia que existen dos formas que estas marcas crean sus códigos de colores, basadas en el inglés que es un idioma bastante usado o usando nomenclatura relacionada al idioma nativo del fabricante; por ejemplo: el

color negro el cual BMW almena la nomenclatura es SW (Schwarz) y lo mismo Peugeot NR (Noir). Fuente: Autor.

Refiriéndose al cableado, el grosor diagramado no se suele tomar en cuenta, ya que este no es fiel a la realidad, se busca dar mayor relevancia a las conexiones correctas entre componentes (Llanos López, 2017), siendo este el propósito principal del diagrama y lo que se procura dar facilidad para su comprensión.

### ***Simbología usada en los diagramas eléctricos.***

Muchos fabricantes prefieren emplear una simbología propia para sus esquemas eléctricos, a pesar de la existencia de simbología regulada en diferentes normativas (Llanos López, 2017), como las utilizadas para la realización de la presente tesis ya que estas unifican y regulan los símbolos a utilizar, instituciones como la Comisión Internación Electrotécnica o por sus siglas en inglés (IEC) estandarizaron estos símbolos para la facilidad el usuario y el fabricante.

Las normativas ecuatorianas, INEN, generalmente están basadas en normas internacionales, a estas se pueden referir con el fin de buscar los símbolos más utilizados.

### ***Programas utilizados para el proyecto***

#### ***EveryCircuit.***

Es un software de simulación de circuitos, este se caracteriza por ser altamente interactivo y fácil de utilizar; esta herramienta nos permite la interacción de esquemas en tiempo real, esta simulación también nos permite verificar el comportamiento del diagrama eléctrico.

Actualmente existen 2 versiones del programa EveryCircuit una gratuita y otra pagada, siendo un gran beneficio de esta el poder trabajar con circuitos con un gran número de componentes, además tener almacenamiento en la nube y tener los proyectos a disposición cuando se necesario.

### *Lucidchart.*

Lucidchart es un software basado en web dando la oportunidad a los usuarios para acceder a él desde cualquier lugar, es parte de la compañía Lucid. Este programa permite crear diagramas de manera sencilla, este programa es muy versátil, con librerías para diferentes tipos de diagramas los cuales se ajustan a las que necesidades del usuario.

Lucidchart presenta dos planes de uso individual:

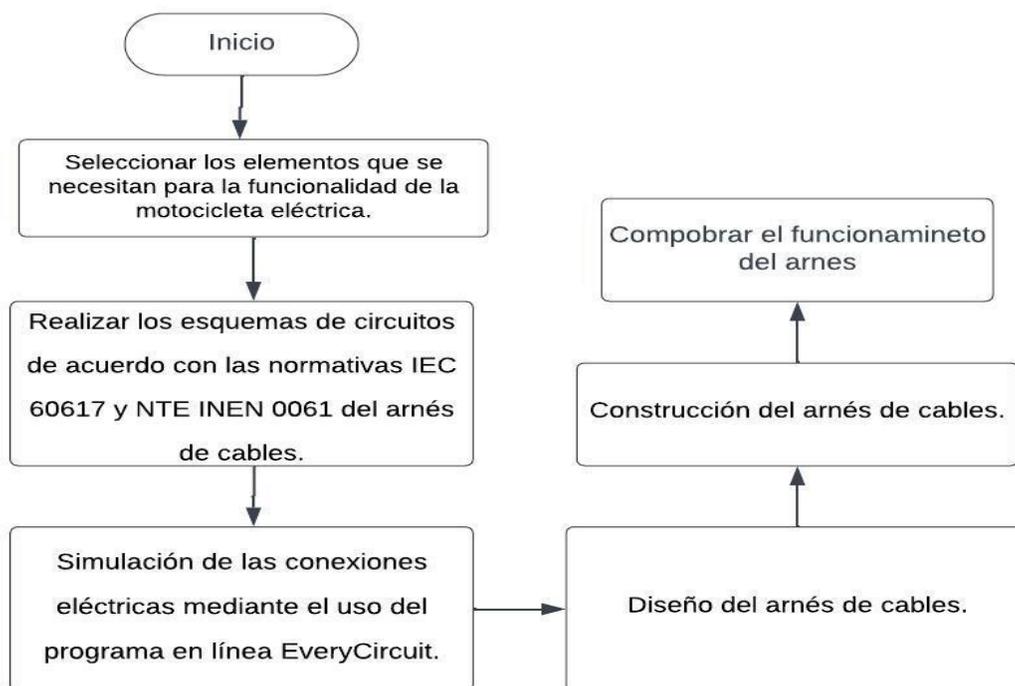
- 1) Gratis: El cual posee ciertas restricciones sin incomodar mucho al usuario, en este plan solo puedes modificar los 3 diagramas que has creado recientemente, formas básicas y limitación de integraciones
- 2) Pagado: Suscripción con un valor 7.95 dólares estadounidenses lo que incluye modificación de documentos ilimitados, figuras complejas, integración ilimitada, colaboración en tiempo real.

## Metodología

Este proyecto se desarrolló siguiendo un método experimental en un prototipo función, este enfoque identifica los elementos del diseño, los requisitos técnicos. A continuación, se detalla las etapas consideradas como las más aptas para el diseño del arnés eléctrico operacional.

### Figura 5

*Diagrama de flujo en el cual están las etapas del proyecto.*



### Selección de elementos usados en una motocicleta eléctrica y sus características.

Enlistar los elementos electrónicos que debe poseer una motocicleta, prestando atención a los componentes que permiten el funcionamiento general de la motocicleta eléctrica.

Esta lista de componentes se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 2**

*Componentes necesarios para la funcionalidad de una moto eléctrica*

Número	Componente
1	Controladora
2	Motor
3	Batería
4	Velocímetro digital
5	Control acelerador
6	Luces (Posición, Direccionales, Flasher y Frenos)
7	Claxon
8	Control de luces y claxon
9	Control de Encendido
10	Convertidor DC-DC

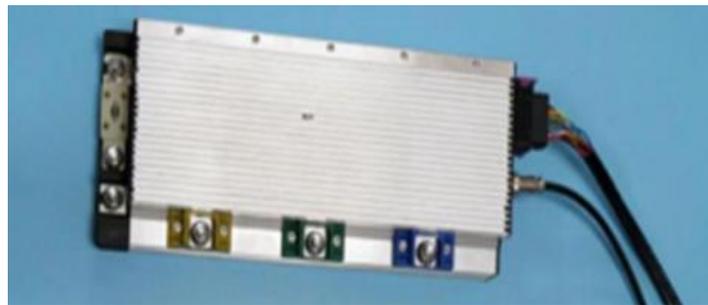
Esta información permite saber los elementos que van ser conectados por el arnés de cables y deben estar incluidos en el diseño de el mismo; a continuación, se procede a la selección de los elementos, de acuerdo con lo requerido en la tabla, algunos de los componentes fueron entregados por la universidad internacional SEK, siendo partes de proyectos antiguos que no tenían uso, lo cual fue un ahorro en el costo del proyecto y a la demás resolvió el problema de la dificultad de obtención del algunos de ellos.

### ***Controladora.***

La controladora es uno de los elementos que fue proporcionado por la universidad, es de la marca SIAECOSYS, modelo APT96600, imagen a continuación.

### **Figura 6**

*Controladora entregada por la universidad*



Fuente (Aliexpress,2022)

Se evidenció varios problemas debido al mal almacenamiento de esta, los cuales no permitieron el funcionamiento de la controladora entregada por la universidad; por este motivo se decide realizar el remplazo por otra parte, siendo esta de segunda mano, por la rapidez al conseguirla el beneficio de un precio más bajo que el de percha. esto

La nueva controladora seleccionada para el proyecto es de marca VOTOL, modelo M100, ilustración 7.

**Figura 7***Controladora Votol EM100*

Fuente (Votol,2022)

Siendo esta más pequeña que la que se iba a utilizar al principio y posee un menor voltaje, se considera que, si es adecuada para el proyecto, presentando la tabla de especificaciones:

**Tabla 3***Especificaciones establecidos por el fabricante de la controladora*

Marca	VOTOL
Modelo	EM100
Función programable	Si
Rango de funcionamiento	48V-72v
Peso	5.9 Kg
Corriente fase	600 <sup>a</sup>
Dimensiones	346 x 148 x 76 mm

Fuente: (Votol,2020)

**Motor.**

Proporcionado por la universidad, este se encontraba en el proyecto referido en la ilustración 1, es un motor eléctrico es perteneciente a la marca QSMOTOR del modelo 8000W 50H V3 el cual posee las siguientes características de funcionamiento:

**Tabla 4**

*Características Motor eléctrico 8000w 50H V3*

Marca	QSMOTOR
Modelo	8000W 50H V3
Potencia	8000W
Velocidad Max	140 km/h
Voltaje Requerido	48V-96V
Freno regenerativo integrado	Si
Tipo de motor	BLDC (Carcasa en rueda)
Estator	Centro de aluminio
Torque	350 N*M (aprox)
HALL	Dual a prueba de agua
Angulo de fase	120°

Fuente (QSMOTOR,2022)

Por la falla presentada en el controlador, que fue proporcionado por la universidad, se realiza un diagnóstico del funcionamiento del motor, en estas pruebas se comprueba: el aislamiento del bobinado, la medición de los ángulos en los que se activan

las fases y el funcionamiento de los dos sensores Hall presentes en este modelo, se usó herramientas especializadas para este tipo de trabajo.

Dando como resultado que la mayoría del motor estaba en buenas condiciones y encontrando un daño en uno de los sensores HALL, el cual mide las revoluciones por minuto o utilizando sus siglas rpm, siendo este valor de importancia ya que esta nos da información que la centralita usa para su funcionamiento, además de que dar la velocidad la cual debe ser percibida por el usuario en el tablero de herramientas.

Por las características de motor, los 2 sensores Hall tienen el poder invertir el orden de las fases de operación, para poder girar en diferentes direcciones, este rasgo permite que el motor pueda ir en reversa; el Hall quemado es el que mide el giro para avanzar.

Se encuentra la solución al problema conectando el Hall de reversa con las fases cambiadas, dando como resultado un sensor Hall de avance, alterando la forma en que las fases del motor fueron conectadas a la centralita.

**Figura 8**

*Motor QSMOTOR 8KW 50H V3*



Fuente (QSMOTOR, 2022)

***Batería.***

El paquete de baterías es parte del conjunto de proyectos adyacentes que se realizaron en conjunto con esta tesis, la batería seleccionada fue un conjunto de celdas de ion litio, considerando ventajas como: peso, disponibilidad de energía, vida útil, etc.

Dicho paquete de baterías se puede observar en la imagen que se encuentra a continuación.

**Figura 9**

*Paquete de baterías que fue usado en la motocicleta eléctrica*



*Nota.* Para tener un conocimiento más a fondo de cómo se realizó la construcción de las baterías se recomienda ver el trabajo de tesis de Colimba Jonathan titulado “Implementación de un sistema de baterías para motocicleta eléctrica ecuatoriana”.

Fuente (Colimba, 2023)

***Velocímetro digital***

El velocímetro se escoge priorizando que sea compacto y pueda indicar al usuario el comportamiento de la motocicleta. Entre los datos más importantes que el usuario debe poder observar se encuentran: la velocidad, marcha en la que se encuentra la motocicleta, kilometraje recorrido y cantidad de carga que posee la batería; se eligió un modelo 719202 universal, siendo este un modelo básico creado por varias marcas y en diversas formas y cumple con los requisitos de información necesaria proyectada.

**Figura 10**

*Velocímetro digital 719202 que se usó en el proyecto*

***Control de Acelerador.***

El control de acelerador, puño de acelerador o manillar se escogió siguiendo el criterio que debe ser acelerador, poseer los controles de las marchas y el control de giro de la rueda. El controlador seleccionado, que se muestra en la imagen, admite hasta 3 marchas de velocidad y el cambio de sentido, los cuales son los rasgos que la controladora acepta.

**Figura 11**

*Manillar de 3 velocidades con control de dirección de giro de rueda de motor*



Fuente (BoFaCarry/Aliexpress, 2023)

***Luces.******Faros delanteros.***

Las luces seleccionadas para el sistema de iluminación de posición de la motocicleta eléctrica son del tipo ojos de ángel, su forma moderna y el poseer varias funciones en un tamaño compacto, son los factores que más pesaron sobre la elección, la característica más destacada de este tipo de farol es poseer una tira de leds la cual circula el foco principal, como se observa en la figura 11.

**Figura 12***Faros led ojo de ángel*

Fuente (Huihermeimi /Aliexpress,2022)

Las características de este tipo de faro se pueden encontrar en la página del fabricante, en este caso Huihermeimi, que los entrega por su tienda en línea de Aliexpress.

**Tabla 5***Características farol U7 (ojos de ángel)*

Fabricante	Huihermeimi
Modelo	U7 (motorcycle headlights)
Voltaje	12V
Fuente de luz	Led
Potencia lumínica	3000LM-1800LM
Material	PVC y aleación de aluminio

Modos de funcionamiento	Altas, Bajas y estroboscópicas
-------------------------	--------------------------------

Fuente (Huiemeimi, 2020)

### *Direccionales.*

Para las luces direccionales se considera que deben de ser de tipo led para conservar la homogeneidad en el sistema de iluminación de la motocicleta eléctrica, en el tamaño se prefiere luces las cuales no sobresalgan en demasía y sean relativamente pequeñas, pero visibles.

Se selecciono las direccionales de la marca EAFC, estas luces son compatibles con el sistema de 12 V además de que son leds como se fue especificado, estas se pude observar en la figura 13.

### **Figura 13**

*Direccionales usadas en la motocicleta eléctrica*



Fuente (Aliexpress,2022)

### *Flasher para direccionales.*

El Flasher o relé intermitente es el componente que genera el patrón de parpadeo de las luces direccionales de las motocicletas, de este componente se van a utilizar 2 debido a que hay 2 luces direccionales en la motocicleta, una en cada lado, esto se debe a que es ordenado para que pueda circular en el Ecuador.

El Flasher al ser un componente básico de la motocicleta se va a elegir un componente genérico con el objetivo de abaratar los costos, se puede presenciar un relé intermitente en la siguiente figura

### **Figura 14**

#### *Relé Flasher de 12V para motocicleta*



Fuente (Aliexpress,2023)

### *Faro Trasero y luz de frenado.*

La carcasa de la luz de freno fue otro de los elementos que la universidad entregó, pero el sistema anterior estaba desactualizado, ya que este poseía una luz incandescente, esta luz se encuentra parte de un conjunto el cual también posee la cola de la motocicleta como se puede observar en la figura 15.

**Figura 15**

*Conjunto de luz de freno*



Fuente (Aliexpress, 2024)

Fue a desarmar el conjunto y cambiar el módulo de foco incandescente a uno de luz led, este cambio se realizó para que este en orden con el sistema además de que el led es más potente y eficaz, se puede ver el módulo led en la figura16.

**Figura 16**

*Conjunto led trasero usado en la motocicleta eléctrica.*



Fuente (Aliexpress,2024)

***Claxon.***

Otro de los elementos que el arnés debe conectar es el claxon de la motocicleta, este nos permite avisar a otros conductores nuestra posición la carretera y por esto se considera necesario, el claxon de las motos por lo general es pequeño comparado con el de los vehículos y debe de estar colocado en la parte delantera de la estructura, existen varios tipos de bocina para las motos, pero se decidió ir con una de tipo lavabo.

**Figura 17**

*Claxon tipo lavabo universal para moto*



Fuente (Aliexpress,2024)

El fabricante de la marca ZJPSNZ entrega las siguientes características en su tienda en línea de Aliexpress las cuales se adjuntan en la siguiente tabla.

**Tabla 6**

*Características de el claxon entregadas por el fabricante*

Fabricante	ZJPSNZ
Producto	Bocina para moto Universal
Tipo	Lavabo
Construcción	Metal
Voltaje	12V
Sensibilidad	105/110 DB

Fuente (ZJPSNZ/Aliexpress, 2024)

***Control de luces y claxon.***

*Control manillar principal.*

Es un conjunto el cual posee diferentes botones, este debe estar en una posición que facilite el acceso al usuario; el manillar puede ser personalizado por los fabricantes, esta pieza es genérica en las motocicletas ya que permite el control de. luces y el claxon.

Se escogió un modelo con características básicas y que no posea el botón del choque de motor de moto, por no considerarlo necesario, debido a que el proyecto no posee un motor de combustión. Se encontró un control con las especificaciones necesarias de la marca ATVUTV MOTO, el cual es una recreación del control usado por

Honda, este fue modificado para que no tenga dicho botón y se encuentra bajo el modelo LF-RX115-11W-LH-BZKG.

### **Figura 18**

*Control de manillar principal*



*Fuente (ATVUTV MOTO/Aliexpress,2024)*

*Control de manillar secundario*

Se decide colocar un manillar secundario para tener control del conjunto led exterior de los faros U7, ojos de ángel, que se explicaron anteriormente; se decidió con el criterio de que sea un interruptor simple, solo para prender y apagar esta sección del faro, además, de que sea pequeño para evitar que el manillar se vea desordenado.

Se escoge un control parecido al que aparece en la siguiente figura.

**Figura 19**

*Interruptor universal de manillar de motocicleta*



Fuente (ATVUTV MOTO/Aliexpress,2024)

*Control de luces de freno.*

El control de encendido de luces de freno viene generalmente en el conjunto de bomba de frenado, esta pieza activa los frenos bombeando el líquido de frenos que posee en reservorios; este control por lo general es un pulsador el cual conecta el circuito y hace que pase energía por el mismo, haciendo que se encienda la luz de freno de la moto.

**Figura 20**

*Conjunto de bomba de freno Marca CVO modelo CVO-003*



Fuente (CVO/Aliexpress,2024)

***Control de encendido.***

El control de encendido de una motocicleta eléctrica puede ser por un sistema de llave tradicional, pero como se menciona anteriormente, se buscó que el manillar esté lo menos poblado posible.

La controladora permite la conexión de un sistema de alarma, alguno de los más actuales posee también un sistema de encendido que no requiere de llave y por defecto usa un control remoto, siendo este el seleccionado para el encendido de la motocicleta eléctrica.

**Figura 21**

*Alarma antirrobo de motocicleta eléctrica con función de encendido genérica*

***Convertidor DC-DC.***

Se requiere de un convertidor para poder usar la energía de la batería de 75V y reducirla a 12 V, que es la cantidad de voltaje usada para el sistema de luces; por este motivo, se puede usar la batería de alto voltaje y no es necesario utilizar otro sistema de alimentación que requiera de carga, se busca un convertidor que sea fácil de montar en la estructura y que sea compacto, con un precio justo.

Se escoge un convertidor de la marca HUXUAN la cual tiene una tienda en Aliexpress, se consiguió una de segunda mano para salvar costos del proyecto.

**Figura 22**

*Convertidor DC-DC usado en el proyecto*



Fuente (Autor,2024)

***Realización de los esquemas de circuitos.***

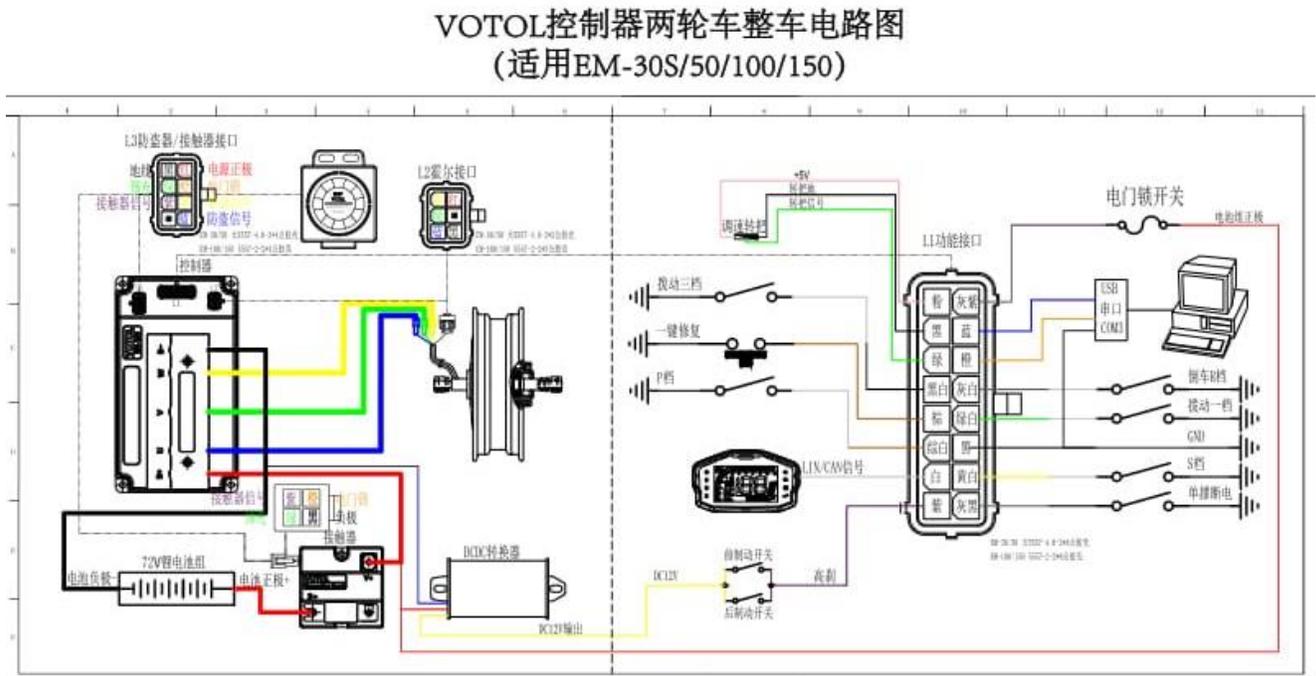
Al tener ya seleccionados los elementos, se tiene una estimación aproximada de la cantidad de conexiones necesarias para el cableado eléctrico, algunos fabricantes nos facilitan con diagramas de conexiones de los componentes que manufacturan, hallar este tipo de diagramas va a facilitar el diseño.

El fabricante de la controladora VOTOL nos ofrece un diagrama de conexiones de las controladoras de la serie EM en su pagina de Aliexpress.

**Figura 23**

*Diagrama de conexión proporcionado por VOTOL para controladores de los modelos*

*EM*



*Nota.* El fabricante VOTOL es una marca de basada en la República popular de China, por esa razón los diagramas que nos ofrecen se encuentran en mandarín. Fuente (VOTOL, 2022)

*Diseño de los diagramas.*

Con esto se comienza a realizar un esquema básico de las conexiones, necesarios para facilitar el diseño de los diagramas finales.

Estos van a comenzar el diseño e implementar nuestra codificación de los cables del arnés eléctrico además de aportar una guía de cómo se va a proceder a futuro del proyecto.

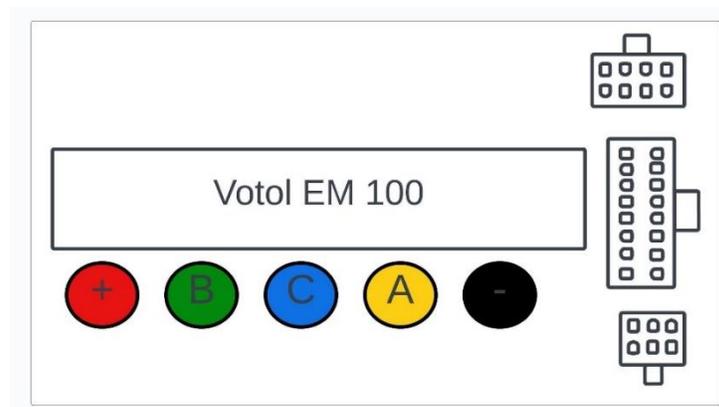
A continuación, se puede observar un boceto realizado para el proyecto, en donde se puede observar, de forma rudimentaria, la planificación de conexiones entre componentes.

*Esquemas siguiendo la normativa.*

Ya hechos los borradores se realiza una versión conocida como limpieza del borrador y se realizan en el programa Lucidchart el cual es especializado en diagramas de diferentes tipos, algunos de los elementos más complejos como la controladora existen en la librería del software, gracias a la flexibilidad del programa se puede graficar los elementos que no los posea, así se resuelve el problema; como se muestra en la figura siguiente, se ve que en el programa se ha hecho un diagrama de la controladora que podemos luego usar en nuestros diagramas de conexiones que necesiten ese componente.

### **Figura 24**

Controladora hecha en el programa Lucidchart que se va a usar para los diagramas



Ya creados los elementos especiales se puede comenzar a realizar los diagramas de conexiones, basados en los borradores hechos con anterioridad, el resultado esperado

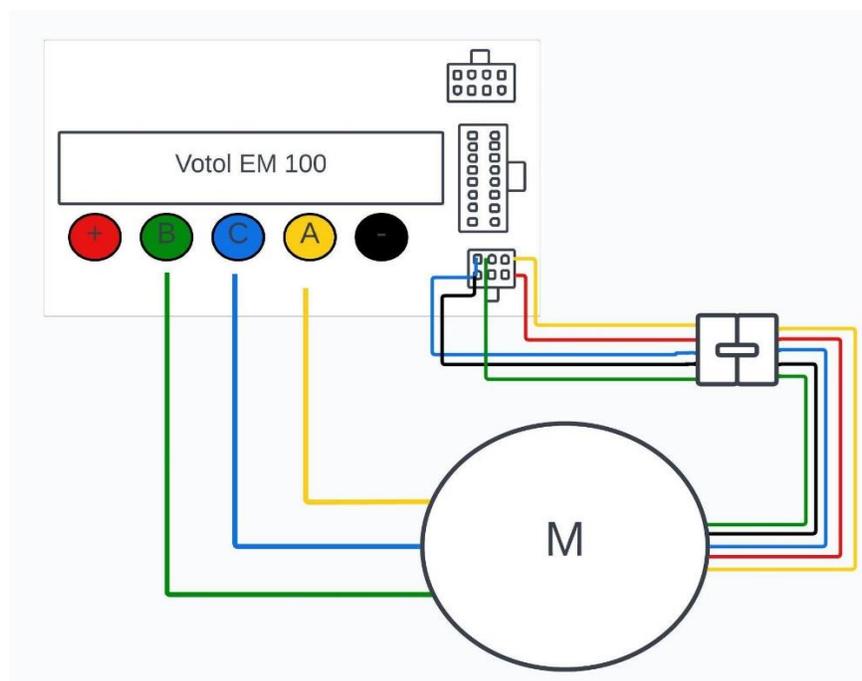
se muestra en la figura, a continuación, en la que se demuestra la conexión de la controladora con el motor de la motocicleta.

En esta etapa se aplica la normativa, ya que esta nos muestra la nomenclatura para los elementos más comunes usados en esquemas eléctricos, en el caso de la figura 26, se ve como el icono de motor es un círculo con una M mayúscula dentro de este, este símbolo es el denominado en la normativa IECC especificada.

El programa también nos permite diagramar con colores de cables personalizados y gracias a esto se puede transmitir más información sobre las conexiones realizadas.

### Figura 25

Diagrama de conexiones Motor-Controladora

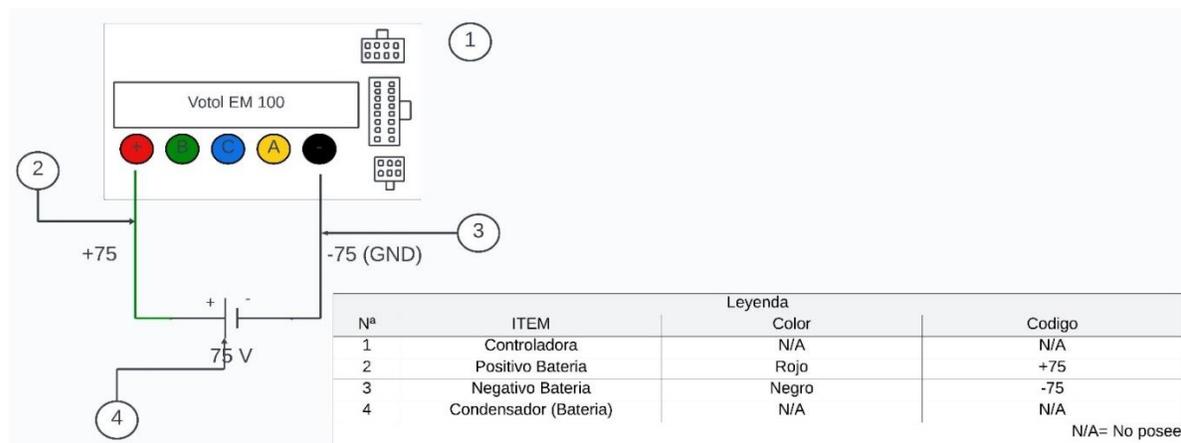


Para finalizar el diagrama es necesario que el usuario del diagrama entienda la información que se trasmite con facilidad, para esto se le adjunta una leyenda al esquema, la cual permite dar más información al intérprete del diagrama; la cual se considera necesaria; esta se realiza con consideración del diseñador.

A continuación, y como se puede observar en la figura del diagrama de conexión entre la controladora y la batería, siendo este sencillo, pero importante, se encuentran los elementos numerados y una respectiva explicación clara en la leyenda correspondiente.

**Figura 26**

Diagrama específico conexión Batería-Controladora con leyenda



### ***Simulación de los diagramas usando EveryCircuit.***

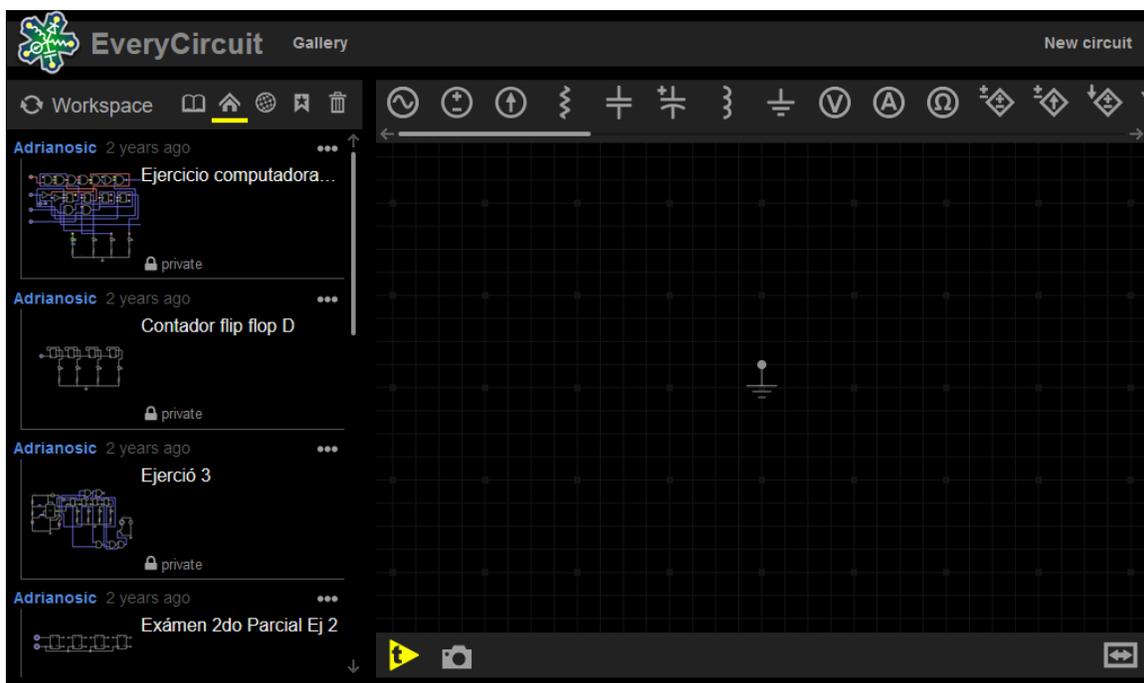
Se busca simular los circuitos realizados en los diagramas para comprobar el funcionamiento en situaciones teóricas, EveryCircuit permite la simulación en tiempo real.

Al iniciar el programa el usuario se encuentra con un canvas en blanco y varios elementos los cuales están en nomenclatura, para evitar confusiones, esta es la misma con la que se está trabajando, siguiendo la normativa IECC.

Su uso es intuitivo, se requiere seleccionar el elemento necesario y llevarlo al área de trabajo, existe variedad en cuanto a elemento y se pueden modificar como el usuario desee y considere que se acercan al funcionamiento real del proyecto; un ejemplo de esta customización es que, en las fuentes de voltajes, las cuales podemos usar como baterías, se puede alterar tanto el voltaje, la potencia, entre otras funciones que posee la misma.

### Figura 27

*Canvas de trabajo de EveryCircuit*



El programa no posee elementos específicos, que se usa en el diseño del proyecto, pero se hace aproximaciones con los elementos que EveryCircuit nos permite utilizar.

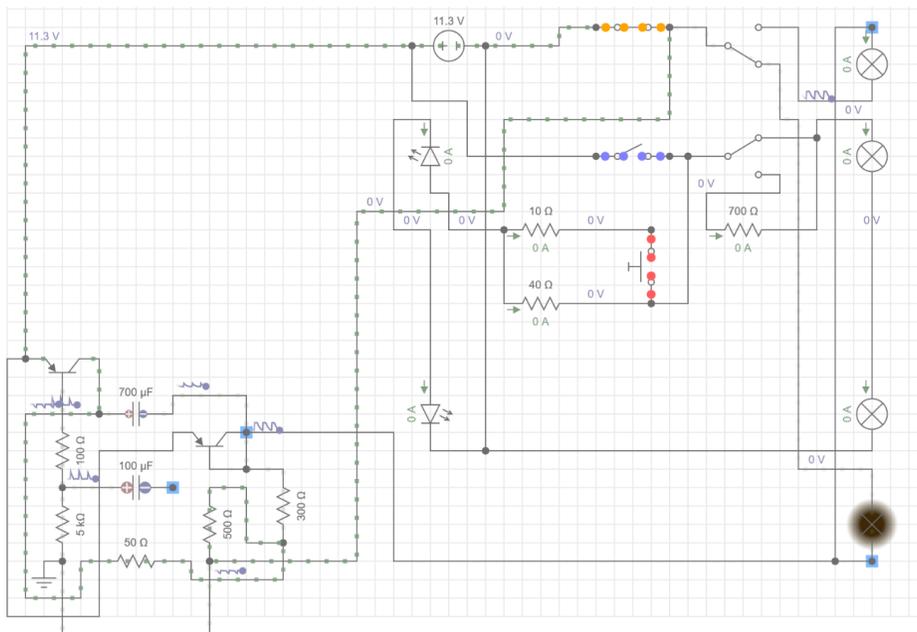
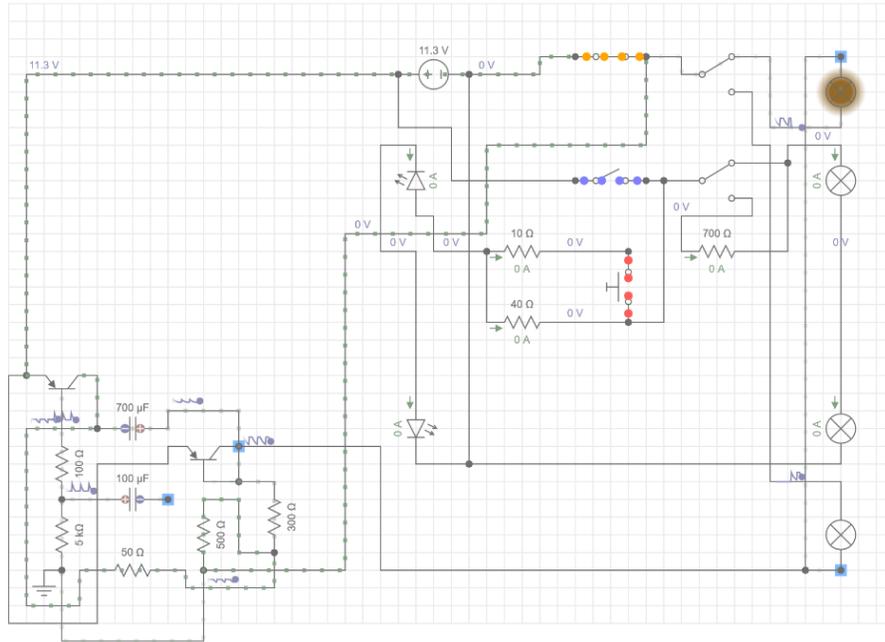
Se observa un diagrama hecho con en el software, el cual represente el sistema de direccionales, es evidente la sustitución de varias piezas del circuito; uno de estos componentes es el control de las direccionales, pero se cambió por dos switches los cuales se comportan de manera simular.

Para mantenerlo cercano a la realidad, las fuentes de voltaje fueron modificadas para dar una señal cuadrada, con el objetivo de simular el funcionamiento del relé Flasher de la motocicleta; además, también en las configuraciones se seleccionó que estos suministren 12V que es el voltaje con el que el sistema de luces trabaja.

También se observa la simulación a tiempo real, en las siguientes figuras 30 y 31 vemos el funcionamiento las luces direccionales de la motocicleta eléctrica.

**Figura 28**

*Funcionamiento en tiempo real del circuito encendido direccionales.*



### ***Construcción de acuerdo con los diagramas.***

Después de hacer las simulaciones y el diseño de las conexiones se va a realizar el prototipo funcional, anteriormente ya se revisó que nuestros diagramas funcionan teóricamente usando el software EveryCircuit, pero llevarlo a la vida real va a conllevar una serie de desafíos técnicos.

Uno de los primeros desafíos mencionados es que los cables del arnés eléctrico al ser un elemento físico estos necesitan tener una longitud la cual no poseemos en los esquemas, esta no debe de ser ni muy larga ni muy corta permitiendo conectar los elementos deseados entre sí y que se acople bien a la estructura metálica de la motocicleta eléctrica.

En la figura se observa la planificación del recorrido del arnés eléctrico perteneciente a la cola del vehículo, este no solo debe de estar conectado al sistema de luces trasero lo que conlleva las direccionales t las luces de frenado.

**Figura 29**

*Medición de cableado luces de freno y direccionales en la estructura metálica*



*Fuente (Autor, 2024)*

Ya una vez que se planifico el recorrido del cableado y se consigue las distancias deseadas de este se va a planificar las conexiones con los componentes, cada uno necesita conectores físicos los cuales nos solo nos permiten una buena unión de cables además nos dan seguridad al poseer pines de bloqueo que mantienen estas dichas uniones seguras de que no se separen por movimientos físicos como sacudones los cuales están naturalmente presentes al manejar la motocicleta.

En esta etapa se procura juntar los alambres del cableado que van a ir para la misma sección de la motocicleta y empezar a formar el arnés de cables siguiendo los diseños.

En a la figura se puede observar cómo damos formas a un pedazo de nuestro cableado y que los alambres poseen conectores en sus terminaciones, también se ve que

esta unión esta forrada con aislantes este nos solo ayuda a conservar la forma del arnés, también lo protege de las condiciones exteriores y lo aísla eléctricamente para aumentar la seguridad de el mismo.

### **Figura 30**

*Cableado con los conectores pertinentes*



*Fuente (Autor, 2024)*

Un a ves unidos los alambres en el conjunto se tienen que codificar con los códigos que se realizaron anteriormente en la etapa de borradores, esto es con el objetivo de evitar conectar mal y cuásar problemas, estos códigos ayudan a distinguir el alambre si tener que desensamblar todo el conjunto.

Para facilitar la codificación de los alambres se usó una impresora de etiquetas de la marca DYMO CON EL MODELO 160e, esta impresora es portable y fácil de utilizar, puede imprimir en sticker en diferentes colores.

La herramienta usada se muestra en la figura siguiente.

### **Figura 31**

*DYMO LABEL Manager 160e*



Las etiquetas se impresas con esta herramienta son modificables y para ahorrar la cinta de impresión se realizaron 2 en una misma tira la cual se recortó posteriormente par4a separa las 2 etiquetas.

Las etiquetas impresas se observan en la figura 35, luego estas son colocadas en el alambre este producto terminado se también se puede observar a continuación en la figura 36

**Figura 32**

*Stickers para la codificación del cableado*



## **Resultados**

### **Codificación de los cables**

#### **Diagramas de elementos y conexiones**

Se adjuntan los diagramas realizados para el proyecto en el programa de diseño Lucid Chart, estos como se especificado en los objetivos van a estar bajo las normativas IEC 60617 y NTE INEN 0061.

Se encuentra en cada figura una leyenda, en forma de una tabla, la cual va a explicar: el elemento, la codificación que se le presentó, si posee una, y el color del cable respectivo, de poseer uno.

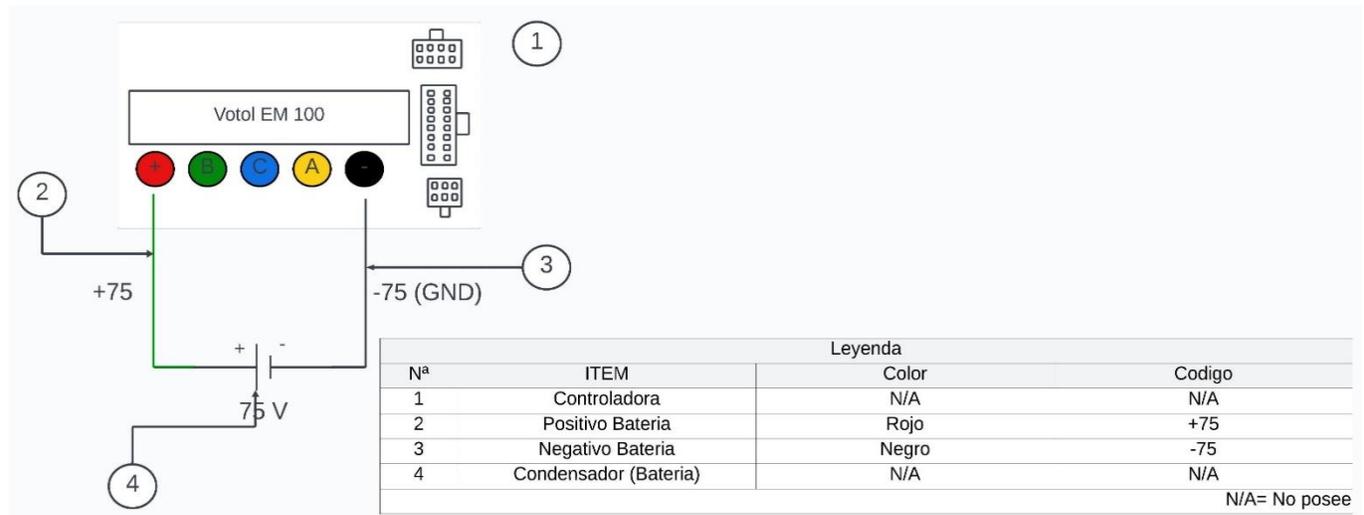
#### ***Diagramas de conexiones con la controladora***

La controladora al ser el elemento central de la motocicleta eléctrica va a poseer la mayor cantidad de conexiones, varios elementos necesitan interactuar con esta, ya sea para dar comandos o para reaccionar a dichos comandos, los elementos que necesitan conexión con la controladora son los siguientes:

- Batería.
- Panel de instrumentos.
- Acelerador.
- Motor eléctrico con su sensor HALL.
- El sistema de alarma de la motocicleta, que también sirve como el encendido.

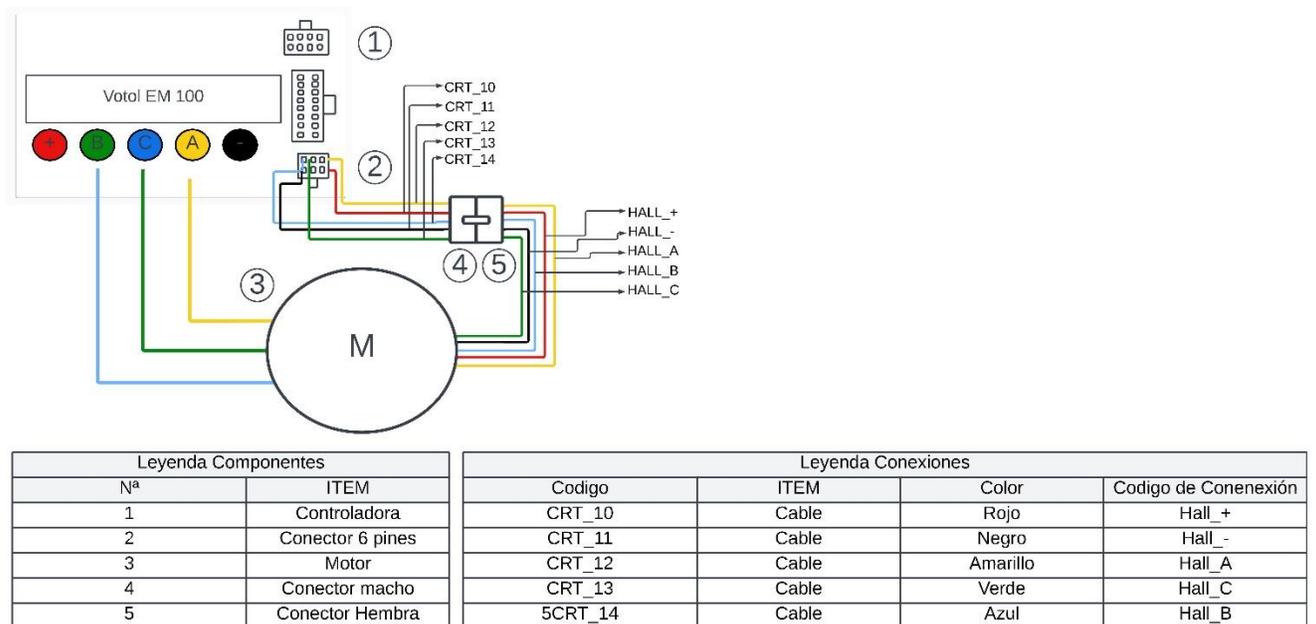
**Figura 33**

*Diagrama de elementos Controladora-Batería*



**Figura 34**

*Diagrama conexión Controladora/Motor*

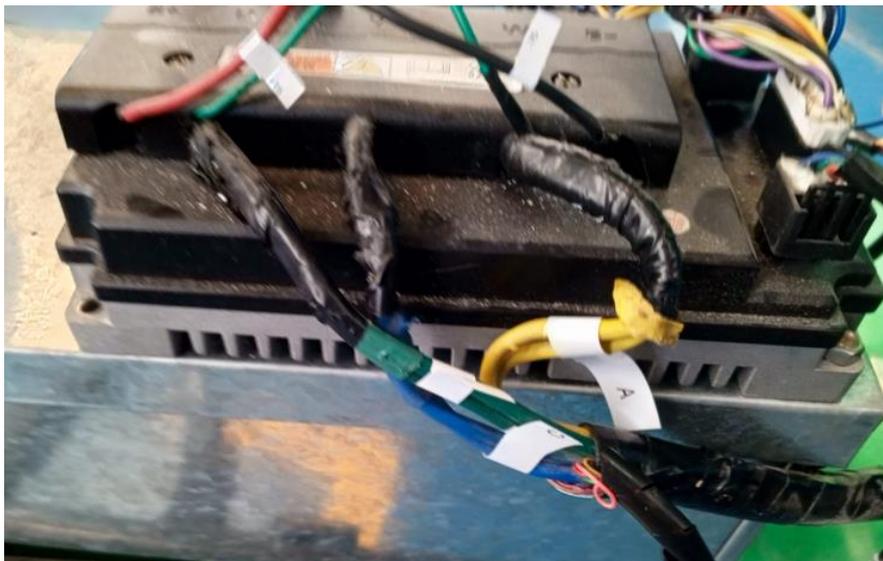


**Figura 35**

*Cableado que conecta el motor eléctrico a la controladora*

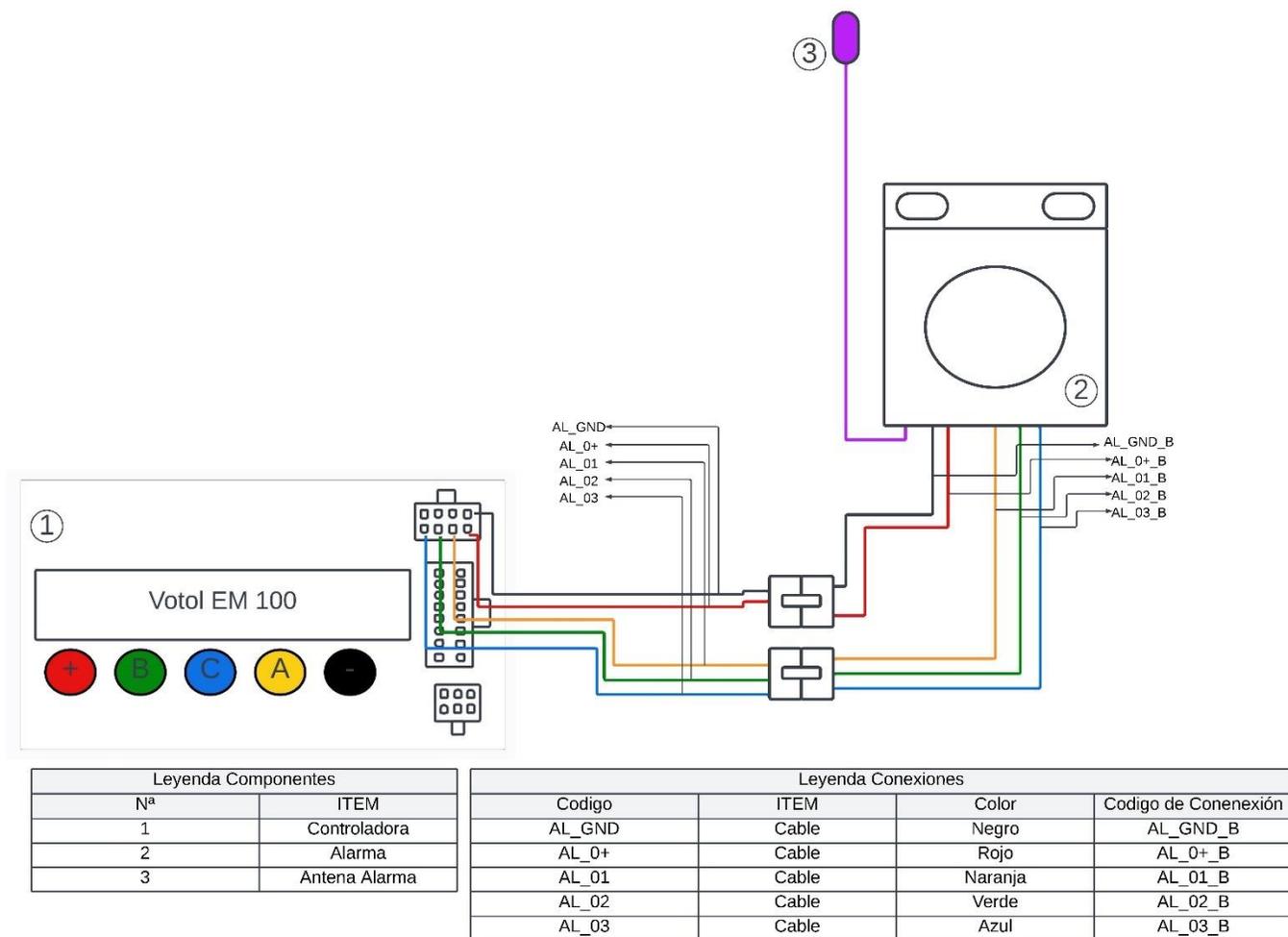
**Figura 36**

*Conexiones del motor con sus respectivas etiquetas con su código*



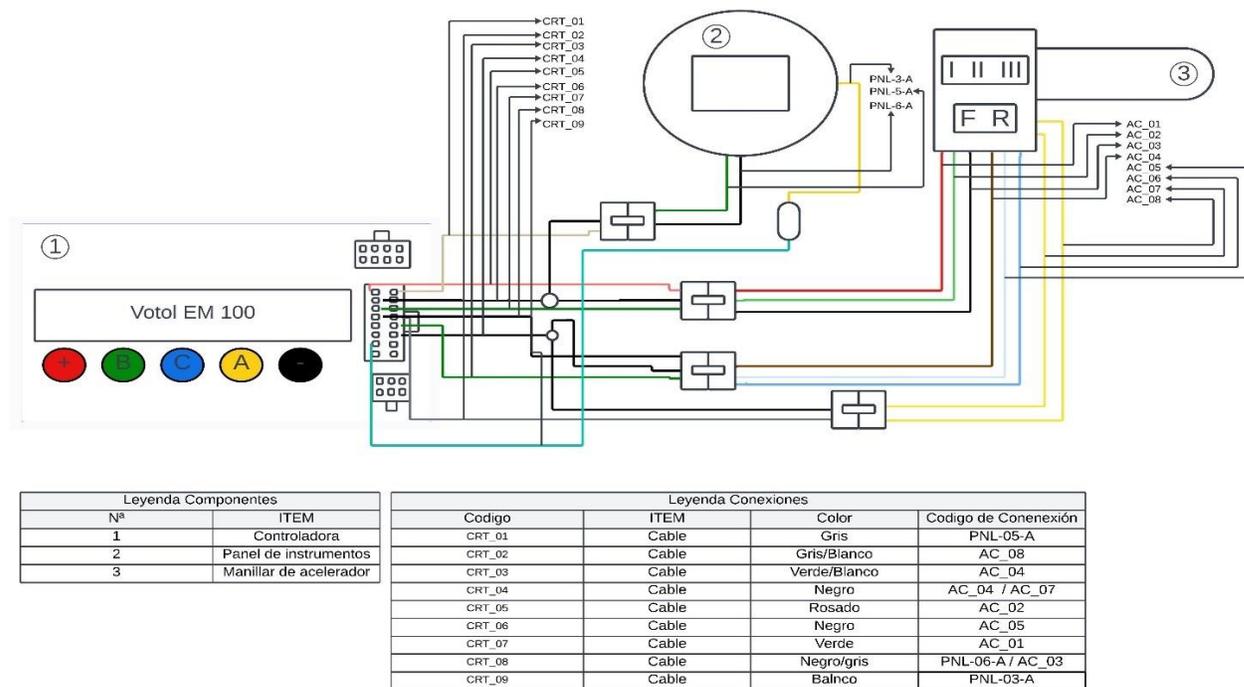
**Figura 37**

*Diagrama conexiones Controladora/Alarma/Encendido*

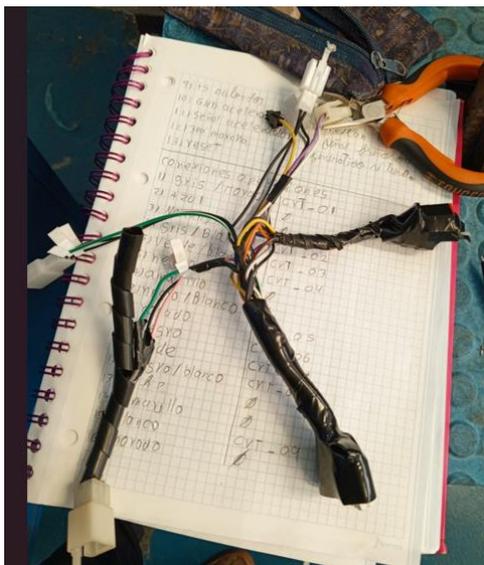


**Figura 38**

*Diagrama conexión controladora- Instrumentos*

**Figura 39**

*Arnés de cables que conecta los instrumentos con la controladora*

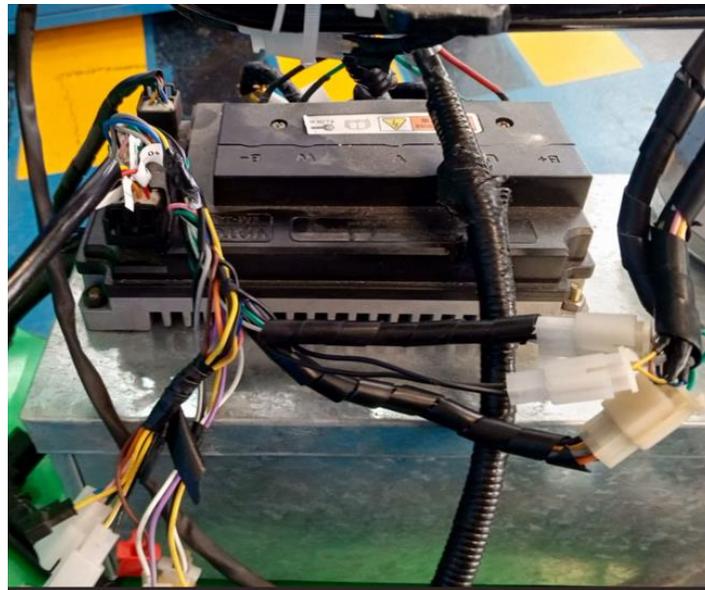


**Figura 40**

*Conexiones físicas de la controladora con los elementos (alarma, sensor HALL, instrumentos)*

**Figura 41**

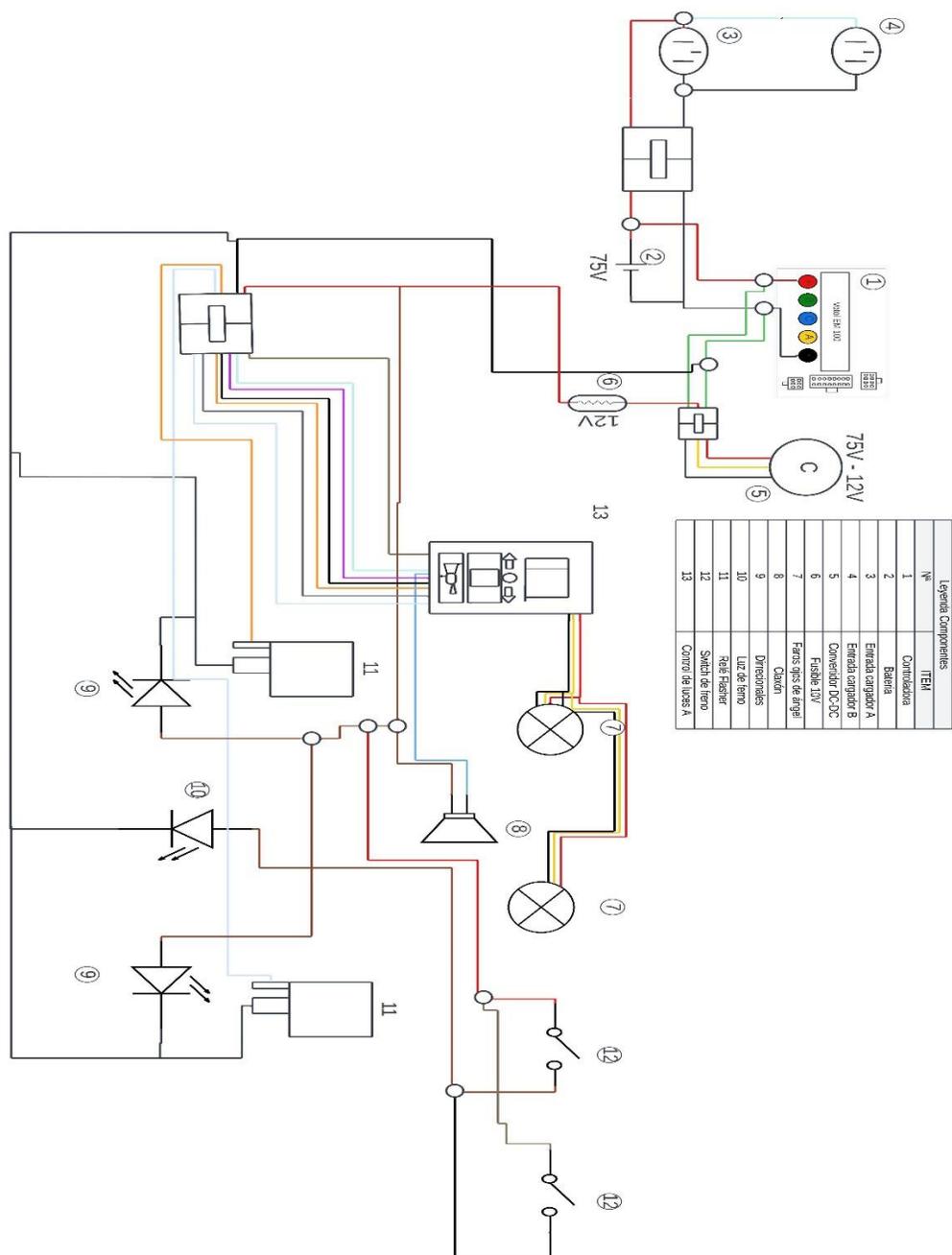
*Controladora ensamblada con las conexiones pertinentes a la estructura de la motocicleta*



**Diagramas Sistema misceláneos (Luces, Carga de Batería, Transformador DC-DC).**

**Figura 42**

*Diagrama General de los circuitos misceláneos*



**Figura 43**

*Ensamble de la cola de la motocicleta electrica*



*Nota.* Se pueden observar los cables del arnés los cuales conectan las direccionales traseras, los Flasher y la luz de freno además de se observa una parte la cual va hacia adelante a alimentar las luces Frontales

### *Ensamble del Prototipo en la motocicleta electrica.*

#### **Figura 44**

*Finalización de el proyecto con el arnés de cables instalado en el marco de la motocicleta*



#### **Discusión de Resultados**

En el proyecto se busco diseñar un arnés de cables para motocicleta electrica el cual siguiera normativas, a lo largo de este proceso siguiendo la metodología escogida se han obtenido resultados deseados.

Uno de los objetivos principales que se propusieron para la tesis es que este prototipo siguiera la normativa IEC y NTE INEN y sus estándares establecidos los resultados de4mustran que en el proceso de diseño los resultados demuestran que estas

normativas si fueron usados ya que estos cumplen con las disposiciones, garantizando que los diagramas estén en estándar.

Otro de los objetivos era crear un prototipo funcional del mismo, en el proceso de diseño y construcción, se ha logrado integrar el arnés eléctrico de manera eficiente en la motocicleta eléctrica, asegurando un funcionamiento óptimo y una distribución adecuada de la corriente eléctrica. La optimización de la disposición de los componentes eléctricos ha contribuido a mejorar la eficiencia energética y reducir la pérdida de potencia durante el funcionamiento.

Yo considero que si se realizaron todos los objetivos planteados en el desarrollo de este proyecto y que además este esta sentando bases para futuros proyectos parecidos, Los resultados obtenidos proporcionan una plataforma para comenzar el desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones que puedan mejorar aun mas este proyecto.

### **Conclusiones**

- 1) Tras el observar de la arquitectura de la motocicleta eléctrica y la ubicación de los sistemas y componentes que requieren energía, se ha diseñado un arnés eléctrico que cumple con las normativas IEC 60617 y NTE INEN 0061. Este diseño garantiza una distribución eficiente y segura de la energía desde la batería a los distintos sistemas de la motocicleta.
- 2) El arnés eléctrico ha sido implementado con precisión de acuerdo con el diseño establecido. Se ha asegurado la correcta conexión de todos los componentes, cumpliendo así con el funcionamiento requerido.

- 3) Se ha desarrollado un prototipo funcional del arnés eléctrico basado en los esquemas de diseño previamente establecidos. Este prototipo ha sido sometido a pruebas de funcionamiento que han confirmado su funcionamiento adecuado y su capacidad para cumplir con los requisitos de energía y de la motocicleta eléctrica.

### **Recomendaciones**

- Se identificaron varios puntos que se pueden mejorar durante el proyecto, como la optimización del diseño para reducir el peso y el tamaño del arnés eléctrico, así como la implementación de tecnologías emergentes para mejorar la eficiencia energética y la fiabilidad del sistema. Estas consideraciones apuntan hacia una dirección de mejora continua en el diseño y funcionamiento de futuros sistemas eléctricos para motocicletas.
- Se recomienda realizar pruebas del prototipo, pero en condiciones de funcionamiento reales de uso, de las pruebas realizadas y se comparan con las simulaciones realizadas y se destaca cualquier desviación significativa o área de mejora identificada durante las pruebas.

### Lista de referencias

- Alarcón, P. (2011). Movilidad urbana, consumo de energía y calidad del aire. *Letras Verdes Revista Latinoamericana de Estudios Sociambientales*, 15-17.
- Amores, L., Amores, N., & Castillo, T. (2014). *Análisis de la oportunidad de fabricación, ensamblaje y comercialización de arneses eléctrico para motocicletas y diseño de un plan de inversión para su implementación en una empresa*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Bismarks, JL. (6 de Octubre de 2022). *Qué es un Diagrama Eléctrico: Tipos y Ejemplos*. Obtenido de ELECTRÓNICA ONLINE: <https://electronicaonline.net/circuito-electrico/esquema-electrico/>
- Blázquez, J., & Moreno, J. (2010). Eficiencia energética en automoción el vehículo eléctrico, un reto de presente. *Economía Industrial*, 76-86.
- Carillo, J., & Hinojosa, R. (2001). *Cableando el norte de México: La evolución de la industria maquiladora de arnese*. Sonora: Colegio de Sonora.
- Crouse, W. H., & Hanglin, D. I. (2013). *Manual de Reparacion de motos*. Ediciones Mundo S.A.
- Domínguez, E. J., & Ruiz, J. F. (2012). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo*. EDITEX.
- EC servicios de rentas Internas. (2010). *Impuesto a la Propiedad de los Vehículos Motorizados (IPVM)*. Obtenido de SRI: <https://www.sri.gob.ec/ca/web/intersri/impuesto-a-los-vehiculos->

motorizados?p\_1\_back\_url=%2Fca%2Fbuscador%3Fq%3DIMPUESTOS%2520  
A%2520VEHICULOS%2520MOTORIZADOS

Gallego, J. S. (2022). *Vehículo eléctrico presente y futuro*. Madrid: UEM STEAM Essentials.

Llanos López, M. J. (2017). *Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo 2a edición*. Ediciones Paraninfo, S.A.

Navarrete, R. X. (2022). *Análisis de la evolución, situación y perspectivas para dinamizar la comercialización del vehículo eléctrico en el Ecuador, período 2018-2020*. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar.

Anexos





