



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE TECNÓLOGO EN: MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA: ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE PROPULSIÓN ELÉCTRICO EN

UNA MOTOCICLETA CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA,

UTILIZANDO BATERÍAS RECICLADAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS

AUTOR: CALUPIÑA TRÁVEZ, JUAN DIEGO

DIRECTOR: ING. VÉLEZ SALAZAR, JONATHAN SAMUEL

LATACUNGA

2020



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

#### CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE PROPULSIÓN ELÉCTRICO EN UNA MOTOCICLETA CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, UTILIZANDO BATERÍAS RECICLADAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS”** fue realizada por el señor **CALUPIÑA TRÁVEZ, JUAN DIEGO** la misma que ha sido revisada en su totalidad, analizada por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 21 de enero de 2020



ING. VÉLEZ SALAZAR, JONATHAN SAMUEL  
C.C.: 0502159551



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

#### AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CALUPIÑA TRÁVEZ, JUAN DIEGO**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE PROPULSIÓN ELÉCTRICO EN UNA MOTOCICLETA CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, UTILIZANDO BATERÍAS RECICLADAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 21 de enero de 2020



CALUPIÑA TRÁVEZ, JUAN DIEGO

CC: 1752354983



## DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

#### AUTORIZACIÓN

Yo, **CALUPIÑA TRÁVEZ, JUAN DIEGO** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE PROPULSIÓN ELÉCTRICO EN UNA MOTOCICLETA CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA, UTILIZANDO BATERÍAS RECICLADAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 21 de enero de 2020



CALUPIÑA TRÁVEZ, JUAN DIEGO

CC: 1752354983

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a los dos pilares fundamentales de mi vida, mis padres Susana Trávez y Marco Calupiña, ya que con todo su amor y comprensión han sabido guiarme por el buen camino, además de apoyarme en cada decisión que he tomado a lo largo de mi vida. Siempre han sido, son y serán las personas más importantes de mi existencia.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por darme la fortaleza necesaria día tras día.

A mis padres, Marco Calupiña y Susana Trávez por todo el apoyo incondicional durante toda mi vida y más aún por ayudarme a culminar mi carrera universitaria.

A mi novia, Daniela López que con su cariño supo darme ánimo durante la realización de este proyecto.

A todos mis profesores, que con sabiduría, experiencia y profesionalismo me brindaron todo el conocimiento necesario para poder culminar este trabajo.

A mi universidad, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente.

**ÍNDICE DE CONTENIDOS****CARATULA****CERTIFICADO DEL DIRECTOR.....i****AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....ii****AUTORIZACIÓN.....iii****DEDICATORIA.....iv****AGRADECIMIENTO.....v****ÍNDICE DE CONTENIDO.....vii****ÍNDICE DE FIGURAS.....x****ÍNDICE DE TABLAS.....xiii****RESUMEN.....xiv****ABSTRACT.....xv**

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1	Antecedentes .....	1
1.2	Planteamiento del Problema.....	3
1.3	Justificación.....	4
1.4	Objetivos .....	5
1.4.1	General .....	5
1.4.2	Específicos .....	5

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Primera Motocicleta de la Historia.....	6
2.2	Motores usados en las Motocicletas.....	7
2.3	El motor de Dos Tiempos.....	8
2.4	El motor de Cuatro Tiempos .....	9
2.5	Tipos de Motocicletas .....	10
2.5.1	Ciclomotores .....	10
2.5.2	Scooter.....	11
2.5.3	Motocross .....	11
2.5.4	Enduro .....	12
2.5.5	Naked .....	12
2.5.6	Cruiser. ....	13
2.5.7	Chopper. ....	13
2.5.8	Motos deportivas .....	14
2.5.9	Motos sport-turismo. ....	14
2.6	Nueva Tecnología para las Motocicletas .....	15
2.6.1	Motocicletas Híbridas .....	15
2.6.2	Motocicletas Eléctricas .....	16
2.7	Motores Eléctricos.....	20
2.7.1	Tipos de Motores Eléctricos.....	20
2.8	Motores Eléctricos usados en vehículos híbridos y eléctricos .....	24
2.8.1	Motores de inducción .....	25

2.8.2	Motores de flujo axial. ....	25
2.8.3	Motores de imanes permanentes. ....	26
2.8.4	Motores DC tradicionales.....	26
2.8.5	Motor BLDC (Brushless).....	27
2.9	Baterías.....	28
2.9.1	Tipos de baterías.....	28
2.10	Ciclo de vida, mantenimiento y reciclaje, de las baterías de ácido plomo, ion-litio y níquelhidruro metálico, usadas en vehículos convencionales, Híbridos y Eléctricos. ....	33
2.10.1	Baterías de Plomo-Ácido .....	34
2.10.2	Baterías de Ion-Litio.....	35
2.10.3	Baterías de níquel- hidruro metálico .....	37
2.11	Controladores para vehículos Híbridos y Eléctricos .....	39
2.11.1	Tipos de Controladores .....	39

## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO DE CONVERSIÓN**

3.1	Material necesario para la conversión.....	42
3.2	Ficha técnica de la Motocicleta.....	42
3.3	Fuerzas que intervienen en el funcionamiento de la Motocicleta Eléctrica .....	43
3.3.1	Resistencia a la rodadura (Frr) .....	45
3.3.2	Resistencia aerodinámica (Fad) .....	46
3.3.3	Fuerza de resistencia a una inclinación (Fhc) .....	51
3.4	Kit de conversión para Motocicletas .....	53
3.4.1	Motor eléctrico QS Motor de 3000w .....	54
3.4.2	Controlador eléctrico.....	55
3.4.3	Acelerador eléctrico .....	57
3.4.4	Velocímetro digital CT-22 .....	58
3.5	Selección de Cable .....	58
3.6	Selección de Baterías .....	59
3.7	Conexión de Baterías .....	62
3.7.1	Conexión en serie.....	63
3.7.2	Conexión en paralelo.....	64

3.8	Selección de conectividad entre Baterías .....	65
3.9	Conexión real de celdas para conformar una sola Batería .....	65

## **CAPÍTULO IV**

### **FASE DE CONVERSIÓN**

4.1	Desmontaje de piezas .....	68
4.1.1	Desmontaje del asiento y depósito de combustible.....	69
4.1.2	Desmontaje del motor, batería y plásticos laterales .....	70
4.1.3	Desmontaje de la llanta trasera.....	71
4.1.4	Desmontaje de la llanta delantera, manillar y sistema eléctrico. ....	71
4.2	Restauración de piezas .....	72
4.2.1	Limpieza del chasis .....	72
4.2.2	Pintura del chasis.....	73
4.2.3	Limpieza de tanque y plásticos .....	73
4.2.4	Aplicación de masilla .....	74
4.2.5	Pintura del tanque y plásticos.....	74
4.2.6	Limpieza de barras de suspensión, aro delantero y manillar.....	75
4.2.7	Pintura del manillar y aro .....	75
4.3	Construcción del soporte para la Batería y Controlador .....	76
4.4	Acoplamiento del Motor Eléctrico .....	78
4.5	Conexión del Motor, Controlador y Acelerador .....	79
4.5.1	Conexión del motor al controlador.....	80
4.5.2	Conexión del controlador con el acelerador.....	82
4.6	Ángulo de Identificación .....	84
4.7	Programación de parámetros del Controlador.....	86
4.8	Programación de parámetros del Motor .....	87
4.9	Pruebas de campo y autonomía.....	88
4.10	Velocidad máxima.....	89
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	90
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	91
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	92
	<b>ANEXOS</b> .....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Howard Roper.....	6
<b>Figura 2.</b> Motocicleta de Daimler de 1885.....	7
<b>Figura 3.</b> Funcionamiento del motor de dos tiempos.....	8
<b>Figura 4.</b> Ciclos y partes del motor de cuatro tiempos.....	9
<b>Figura 5.</b> Derbi Variant de 45cc.....	10
<b>Figura 6.</b> Scooter Hero Dash 150cc.....	11
<b>Figura 7.</b> Suzuki RM 450cc.....	11
<b>Figura 8.</b> Honda XR 250cc.....	12
<b>Figura 9.</b> Yamaha Fazer 600cc.....	12
<b>Figura 10.</b> Honda Gold Wing 1800cc.....	13
<b>Figura 11.</b> Harley Davidson Fat Boy.....	13
<b>Figura 12.</b> Honda CBR 600cc:.....	14
<b>Figura 13.</b> Yamaha FJR 1300cc.....	14
<b>Figura 14.</b> Honda PCX Hybrid.....	16
<b>Figura 15.</b> Enérgica Ego.....	19
<b>Figura 16.</b> Harley Davidson LiveWire.....	19
<b>Figura 17.</b> Clasificación de los motores ca y cd.....	20
<b>Figura 18.</b> Diagrama conexión en Serie.....	21
<b>Figura 19.</b> Diagrama conexión Paralelo.....	22
<b>Figura 20.</b> Diagrama de conexión Compound.....	22
<b>Figura 21.</b> Motor de inducción Learn Engineering.....	25
<b>Figura 22.</b> Motor de flujo axial de Magnax.....	26
<b>Figura 23.</b> Motor con imanes permanentes.....	26
<b>Figura 24.</b> Motor DC 12v 3Kw.....	27
<b>Figura 25.</b> Motor BLDC.....	27
<b>Figura 26.</b> Batería Bosh, 24v.....	29
<b>Figura 27.</b> Batería de níquel-cadmio.....	29
<b>Figura 28.</b> Batería de níquel-hidruro metálico.....	30
<b>Figura 29.</b> Batería Ion-Litio.....	31
<b>Figura 30.</b> Batería polímero de litio, 3v.....	31
<b>Figura 31.</b> Batería de aluminio-aire.....	32
<b>Figura 32.</b> Batería de zinc-aire.....	33
<b>Figura 33.</b> Sistema Multiswitching.....	40
<b>Figura 34.</b> Controlador estado sólido.....	41
<b>Figura 35.</b> Controlador Kelly.....	41
<b>Figura 36.</b> Fuerzas que actúan en un auto.....	44
<b>Figura 37.</b> Densidad del aire en Quito.....	48
<b>Figura 38.</b> Densidad del aire en Latacunga.....	48
<b>Figura 39.</b> Motocicleta con conductor.....	49
<b>Figura 40.</b> Área frontal de la motocicleta.....	50

<b>Figura 41.</b> Tabla de motores eléctricos .....	53
<b>Figura 42.</b> Motor de 3000w.....	55
<b>Figura 43.</b> Controlador KLS7230H.....	56
<b>Figura 44.</b> Acelerador tipo potenciómetro .....	57
<b>Figura 45.</b> Velocímetro digital .....	58
<b>Figura 46.</b> Celda de 7,4v Prius HV .....	62
<b>Figura 47.</b> Simulación circuito en serie.....	63
<b>Figura 48.</b> Amperaje de circuito en serie .....	63
<b>Figura 49.</b> Simulación circuito en paralelo .....	64
<b>Figura 50:</b> Amperaje circuito en paralelo .....	64
<b>Figura 53.</b> Sección de alambre .....	65
<b>Figura 54.</b> Alambre con dos terminales .....	66
<b>Figura 55.</b> Alambre en forma de U .....	66
<b>Figura 56.</b> Celdas conectadas en serie.....	66
<b>Figura 57.</b> Conexión de celdas .....	67
<b>Figura 58.</b> Estado inicial de la motocicleta .....	69
<b>Figura 59.</b> Motocicleta sin tanque y sin cojín .....	69
<b>Figura 60.</b> Motocicleta sin motor .....	70
<b>Figura 61.</b> Motocicleta sin llanta trasera y sin motor.....	71
<b>Figura 62.</b> Chasis de la motocicleta .....	72
<b>Figura 63.</b> Limpieza del chasis.....	73
<b>Figura 64.</b> Chasis pintado.....	73
<b>Figura 65.</b> Limpieza de tanque y plásticos.....	74
<b>Figura 66.</b> Aplicación de masilla .....	74
<b>Figura 67.</b> Tanque y plásticos pintados.....	75
<b>Figura 68.</b> Limpieza de aro y barras de suspensión .....	75
<b>Figura 69.</b> Pintura de manillar y aro.....	76
<b>Figura 70.</b> Soldadura del soporte .....	77
<b>Figura 71.</b> Sujeción del soporte al chasis .....	77
<b>Figura 72.</b> Fijación superior del controlador.....	77
<b>Figura 73.</b> Modificación de la tijera.....	78
<b>Figura 74.</b> Tuerca soldada en la tijera .....	78
<b>Figura 75.</b> Chasis y llantas .....	79
<b>Figura 76.</b> Controlador .....	79
<b>Figura 77.</b> Diagrama del controlador .....	80
<b>Figura 78.</b> Motor y conectores .....	81
<b>Figura 79.</b> Conexión de controlador y motor .....	81
<b>Figura 80.</b> Conector del sensor Hall.....	82
<b>Figura 81.</b> Conexión del sensor Hall.....	82
<b>Figura 82.</b> Conectores del controlador .....	83
<b>Figura 83.</b> Líneas de conexión del acelerador.....	83
<b>Figura 84.</b> Programación del controlador.....	85
<b>Figura 85.</b> Lectura de cifra en el programa.....	85

**Figura 86.** Error 3-2 del controlador ..... 86  
**Figura 87.** Distancia recorrida..... 88

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Comparación entre las baterías Acido-Plomo, Ion-Litio y Níquel-Hidruro Metálico</i> ...	38
<b>Tabla 2.</b> <i>Ficha técnica de la motocicleta Honda XL, modelo 1975</i> .....	43
<b>Tabla 3.</b> <i>Coefficiente de resistencia a la rodadura de los neumáticos</i> .....	45
<b>Tabla 4.</b> <i>Coefficientes aerodinámicos para diferentes vehículos</i> .....	47
<b>Tabla 5.</b> <i>Tabla de conversión de pendientes.</i> .....	52
<b>Tabla 6.</b> <i>Sección de cable e intensidad máxima</i> .....	59
<b>Tabla 7.</b> <i>Autos híbridos más vendidos en Ecuador</i> .....	60
<b>Tabla 8.</b> <i>Características de las baterías de níquel-hidruro metálico</i> .....	61
<b>Tabla 9.</b> <i>Conexión controlador-acelerador</i> .....	84
<b>Tabla 10.</b> <i>Parámetros configurables del controlador</i> .....	87
<b>Tabla 11.</b> <i>Parámetros configurables del motor</i> .....	87

## **Resumen**

El proyecto se enfoca en la implementación de un sistema de propulsión eléctrico en una motocicleta con motor de combustión interna, usando baterías recicladas de un automóvil híbrido con la finalidad de realizar una conversión completa, la cual sea sostenible y amigable con el medio ambiente. Para este fin se utiliza una motocicleta marca Honda del año 1975, con un motor de 175 centímetros cúbicos de cuatro tiempos que entrega una potencia de 15 caballos de fuerza y emite gases contaminantes por el uso de gasolina. Se determina el uso de varios cálculos matemáticos para elegir correctamente el motor eléctrico, los cuales se detallan paso a paso, así como el método de conexión de baterías y selección de controladores eléctricos. Para el proceso de desmontaje de las piezas mecánicas de la motocicleta se usa como ayuda el manual de propietario, así como también todas las herramientas necesarias para separar cada pieza innecesaria en el proceso de conversión. Se usa el chasis de la motocicleta para montar las nuevas partes que conforman la motocicleta y se modifica ciertos lugares para el encaje perfecto de piezas. Se realizan pruebas para determinar el correcto funcionamiento de la motocicleta en vías vehiculares determinando como resultado el éxito de la elaboración del proyecto.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **SISTEMA DE PROPULSIÓN ELÉCTRICO**
- **MOTOCICLETAS**
- **BATERÍAS**
- **MOTOCICLETAS - CONTROLADORES ELÉCTRICOS**

## **Abstract**

The project focuses on the implementation of an electric propulsion system on a motorcycle with an internal combustion engine, using recycled batteries from a hybrid car in order to perform a complete conversion, which is sustainable and environmentally friendly. For this purpose a Honda motorcycle of the year 1975 is used, with an engine of 175 cubic centimeters of four times that delivers a power of 15 horsepower and emits polluting gases by the use of gasoline. The use of several mathematical calculations to correctly choose the electric motor, which are detailed step by step, as well as the method of connection of batteries and selection of electrical controllers is determined. For the disassembly process of the mechanical parts of the motorcycle, the owner's manual is used as an aid, as well as all the necessary tools to separate each unnecessary part in the conversion process. The motorcycle chassis is used to mount the new parts that make up the motorcycle and certain places are modified for the perfect fit of parts. Tests are carried out to determine the proper functioning of the motorcycle on vehicular roads, determining as a result the success of the project.

## **KEYWORDS**

- **ELECTRICAL PROPULSION SYSTEM**
- **MOTORCYCLE**
- **BATTERIES**
- **MOTORCYCLE - ELECTRICAL CONTROLLERS**

# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Antecedentes

Las motocicletas han sido siempre un medio de transporte eficiente en las grandes ciudades y en los campos, ya que ofrecen una forma de movilización rápida, ágil y eficaz a través del tráfico o al viajar en terrenos complejos, además de ocupar menos espacio que un automóvil y al no presentar tantos mecanismos y dispositivos en su estructura no necesita mantenimientos costosos.

“Los vehículos eléctricos se han convertido en una buena alternativa para desplazarse en la ciudad de una forma limpia, silenciosa y no contaminante. Y si hablamos de desplazamientos cortos, las motos eléctricas se presentan como una de las mejores opciones de movilidad sostenible” (Arias C. , s.f.)

Al utilizar un vehículo que ofrece prestaciones cómodas y amigables con el medio ambiente se contribuye en el cuidado de nuestro ecosistema, además se puede ahorrar tiempo al desplazarse de un lugar a otro en zonas con alto conflicto de tránsito.

El motor es una de las partes más importantes que tiene una motocicleta, al igual que todos los vehículos automotores en general, ya que este es el encargado de generar y transmitir el movimiento a las ruedas para poder movilizarse. “El motor eléctrico tiene aproximadamente tres veces mejor eficiencia que el térmico y esto se debe a su naturaleza energética y sencillez mecánica, ya que con sólo una pieza giratoria evita perder la energía que absorben los cientos de piezas del motor térmico en el mismo proceso” (Análisis Globales, 2020)

Al igual que todos los motores, el motor eléctrico necesita una fuente de alimentación y en este caso la batería es la que sustituye el combustible fósil. “La batería de un auto híbrido es como cualquier otra batería, excepto que es recargable y tiene la suficiente cantidad de poder para mover un vehículo grande y pesado durante algunos kilómetros”. (Garcia, 2019)

Es posible reutilizar las pequeñas celdas de los vehículos híbridos que aun sirvan para formar una batería que genere la cantidad necesaria de electricidad para poner en marcha a un motor eléctrico.

La contaminación acústica y ambiental se presentan como problemas difíciles de controlar, ya que todos los vehículos que funcionan gracias a un motor de combustión interna generan ruido y emiten gases contaminantes al ponerlos en marcha. El sonido que produce un motor eléctrico es casi imperceptible y se puede asegurar que no libera ninguna emisión toxica al medio ambiente.

En la actualidad la tecnología avanza a paso vertiginoso ofreciendo más garantías y prestaciones para este tipo de vehículos, aunque aún existe inconformidad por su rendimiento, las motocicletas eléctricas son hoy en día uno de los medios de transporte más convenientes para aligerar la carga de tránsito en el área urbana de las grandes ciudades. “La moto eléctrica va unos pasos por delante de otros vehículos de esta categoría ya que no necesita una gran batería ni tanto tiempo de recarga, un motor eléctrico potente para la ciudad se puede impulsar de forma muy eficiente y con una buena respuesta de aceleración” (Muñoz, 2006)

## 1.2 Planteamiento del Problema

Con la necesidad de trasladarse eficientemente de un lugar a otro, la humanidad comenzó a generar ideas para alcanzar tan anhelado objetivo. “La primera extracción de petróleo se realizó en el año de 1859, pero no fue sino hasta 1895, con la aparición de los primeros automóviles, que se necesitó la gasolina, ese nuevo combustible que en los años posteriores se consumiría en grandes cantidades” (Guillén, s.f.). La gasolina se convirtió en un elemento indispensable en el día a día de cientos de individuos trayendo consigo nuevas oportunidades, así como ventajas y desventajas y, quizá sin tener idea en el pasado, esta nueva sustancia perjudicaría notablemente el ecosistema de la tierra en el futuro.

“En efecto, la verdadera propagación de automóviles se inició cuando Henry Ford lanzó en 1922 su famoso modelo "T". En ese año había 18 millones de automóviles; para 1938 el número subió a 40 millones, en 1956 a 100 millones, y a más de 170 millones para 1964” (Arias P. , 1952) y lógicamente el consumo de petróleo crudo para satisfacer la demanda de gasolina fue creciendo en la misma proporción, así como también los índices de gases contaminantes en el ambiente.

“Hoy en día se estima que existen más de 1,1 mil millones de vehículos en la tierra, de los cuales un 90% funcionan gracias a la gasolina que es extraída del petróleo” (Hernández, 2012). Este es un índice alarmante, ya que la cantidad de contaminación es proporcional al número existente de automotores, además de ocasionar grandes inconvenientes en las ciudades por el excesivo tráfico que estos ocasionan.

### **1.3 Justificación**

Cientos de personas, en su día a día, se trasladan de un lugar a otro, puede ser de su casa a su trabajo o de su casa a un lugar de estudios, etc. Se puede encontrar muchas opciones que facilitan la movilización, como el transporte público o privado, pero, no se puede contar con estos servicios en todo momento y en todo lugar, por este motivo mucha gente opta por comprar coches o motocicletas, siendo este el punto de partida para adquirir muchos más gastos, ya que las motocicletas y coches convencionales con motor de combustión interna requieren de servicios de mantenimiento continuos al tener en su estructura muchos dispositivos y mecanismos y ni hablar del consumo de combustible. Con este trabajo se puede impulsar a las personas a adquirir motocicletas eléctricas y por qué no, a hacerlas con sus propias manos, ya que estos vehículos nos permiten viajar de manera rápida y efectiva en cualquier lugar, además de economizar el gasto de combustible, aceite y mantenimiento. Todos se pueden beneficiar con este tipo transporte al tener un vehículo ligero, vertiginoso y que cuida del medio ambiente.

Este proyecto se enfoca principalmente en el cuidado del ecosistema y en poder proporcionar a las personas información de la nueva tecnología en transportes, además de aportar una guía para quienes deseen realizar una conversión utilizando una motocicleta con un presupuesto accesible, asimismo se puede eliminar gastos innecesarios al tener un vehículo con estas características.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 General**

- Adaptar un sistema de propulsión eléctrico en una motocicleta con motor de combustión interna, utilizando baterías recicladas de vehículos híbridos.

### **1.4.2 Específicos**

- Reconocer las características relevantes que tiene la motocicleta Honda modelo 1985.
- Seleccionar correctamente un motor eléctrico que entregue la potencia y torque necesarios para el uso de la motocicleta en la ciudad.
- Deducir mediante análisis físicos y matemáticos la autonomía y velocidad de la motocicleta.
- Realizar pruebas prácticas de autonomía y velocidad para demostrar la eficiencia de la motocicleta.

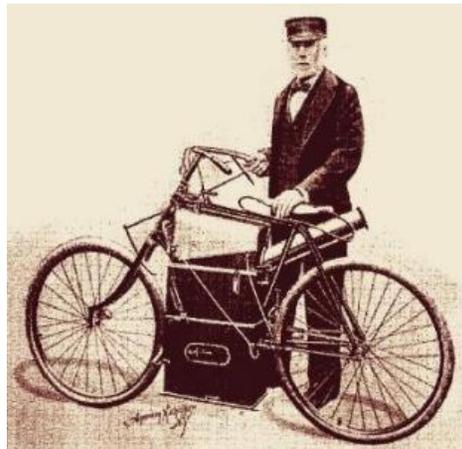
## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Primera Motocicleta de la Historia

La motocicleta sin duda alguna fue, es y será uno de los medios de transporte que revolucionó la historia de la humanidad, su origen se remonta hace un y medio siglos, gracias a la invención de las bicicletas, ya que, en aquellos tiempos únicamente se le incorporaba un motor a vapor, el cual sustituía el empuje que proporcionaban las piernas.

“Una notable hazaña casi sin precedentes, que pasaría a la historia en 1867, fue cuando Sylvester Howard Roper construyó un motor a vapor que montó sobre una bicicleta a la que se podría considerar como la primera motocicleta de la historia.” (Martín, 2017)



*Figura 1.* Howard Roper

Fuente: (Motors, s.f.)

“Gottlieb Daimler uso un nuevo motor inventado por el ingeniero Nikolaus August Otto, quien invento el primer motor de combustión interna de cuatro tiempos en 1876, tan pronto como lo

completó, Daimler lo convirtió en una motocicleta al instalar en un marco de madera de una bicicleta en uno de estos motores.” (Dolores, 2016)

Se considera que la primera motocicleta de la historia fue la construida por Gottlieb Daimler, ya que uso por primera vez un motor de combustión interna de cuatro tiempos como los que se usan hoy en día.



**Figura 2.** Motocicleta de Daimler de 1885

Fuente: (NSU-Museum, s.f.)

## **2.2 Motores usados en las Motocicletas**

La motocicleta es un vehículo comúnmente usado en el diario vivir de cientos de personas alrededor de todo el mundo, y como cualquier otro medio de transporte, este también necesita de un mecanismo que le proporcione movilidad para desplazarse de un lugar a otro.

El motor de combustión interna ha sido, desde hace mucho tiempo ya, el dispositivo usado por miles de fabricantes de motocicletas por su rendimiento y durabilidad, ya que se desempeña de manera eficaz en todo tipo de motocicletas, como: las enduro, pasando por las doble propósito, hasta llegar a las tan llamativas y veloces deportivas.

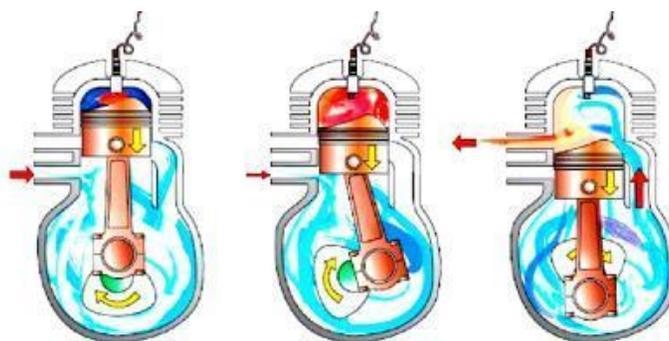
Existe en el mercado dos tipos de motores que los fabricantes han usado a lo largo de casi toda la evolución de las motocicletas, los motores de dos y cuatro tiempos.

### 2.3 El motor de Dos Tiempos

El motor de dos tiempos es aquel que cumple con las cuatro fases termodinámicas (admisión, compresión, explosión y escape) en solo dos carreras del pistón o émbolo que se encuentra dentro de su cilindro.

“Los motores de dos tiempos usados en la industria motociclística acostumbran a ser de uno o dos cilindros para las cilindradas de hasta 175 cc. Es corriente hacer uso de un solo cilindro, pero esto no quiere decir que algunos fabricantes no construyan maquinas bicilíndricas a partir de los 125cc”. (Castro, s.f.)

El motor de dos tiempos es usado en las motocicletas al ser un motor pequeño y de fácil fabricación, pero con el pasar del tiempo se descubrió que, aunque muy eficiente, generaba mayor cantidad de emisiones, ya que, “En los motores de dos tiempos el aceite de lubricación alcanza la cámara de combustión y se quema junto al combustible. De hecho, el carburante que se suele utilizar en este tipo de motor es el resultado de una mezcla de gasolina y aceite” (Andrino, s.f.)



**Figura 3.** Funcionamiento del motor de dos tiempos

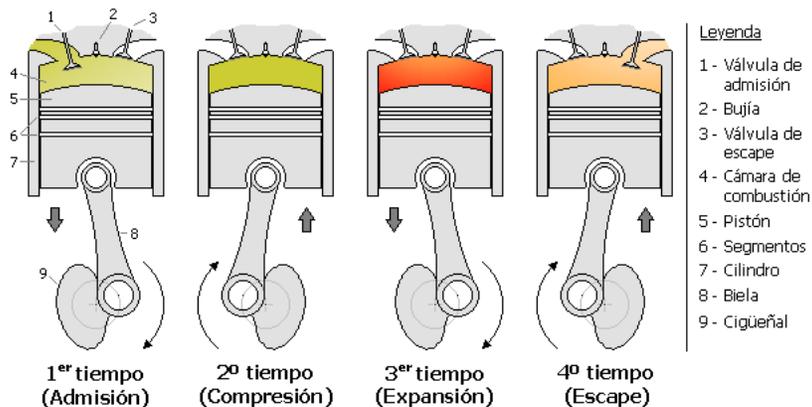
Fuente: (Mena, s.f.)

## 2.4 El motor de Cuatro Tiempos

El motor de cuatro tiempos, es hasta hoy en día, el motor más usado a nivel mundial en la industria automotriz, gracias a la eficiencia y fiabilidad que ha presentado a lo largo de toda su historia. A diferencia del motor de dos tiempos, el motor de cuatro tiempos no genera la misma cantidad de emisiones contaminantes al medio ambiente.

“Este es un motor que transforma la energía química de un combustible en energía calorífica, que a su vez proporciona la energía mecánica necesaria para mover el vehículo”. (Baer, s.f.)

El motor de cuatro tiempos al igual que el motor de dos tiempos cumple con los cuatro ciclos termodinámicos (admisión, compresión, explosión y escape), pero los realiza en cuatro carreras completas del pistón.



**Figura 4.** Ciclos y partes del motor de cuatro tiempos

Fuente: (Wikipedia, s.f.)

## 2.5 Tipos de Motocicletas

Existe en el mercado una gran cantidad de motocicletas para los diferentes gustos de cada persona; como para aquellos que disfrutan de largos viajes por carreteras, para los que gozan de un día en la naturaleza y también para los amantes de la velocidad, es por este motivo que los fabricantes tratan de satisfacer casi todas las necesidades de sus clientes.

A continuación, se detalla cada clase de motocicleta que podemos encontrar en el mercado.

### 2.5.1 Ciclomotores

El ciclomotor es un vehículo pequeño con motor de 50 CC. o menos, que alcanza los 45 K/h o 75 K/h y está diseñado para circular por la ciudad. “El ciclomotor fue construido inicialmente como una bicicleta equipada con motor. En gran parte del mundo es requerido que los ciclomotores usen pedales.” (Dolores X. , s.f.)



**Figura 5.** Derbi Variant de 45cc.

Fuente: (Segura, 2019)

### 2.5.2 Scooter.

El scooter es una motocicleta ideal para circular por la ciudad, ya que es un vehículo pequeño y ágil que funciona con motores de combustión interna, la mayor parte de estas motos son automáticas.



**Figura 6.** Scooter Hero Dash 150cc

Fuente: (Corp, 2012)

### 2.5.3 Motocross

Este tipo de motocicletas son ideales para el campo y para terrenos de difícil acceso, también son usadas para competencias, pero no pueden rodar por zonas urbanas, ya que estas no cuentan con los papeles necesarios para circulación en ciudad.



**Figura 7.** Suzuki RM 450cc

Fuente: (AMS, 2017)

### 2.5.4 Enduro

Las motocicletas enduro son ideales para la conducción en capo y en la ciudad, son cómodas, rápidas y ágiles, a diferencia de las motocross, las enduro si pueden circular por zonas urbanas.



*Figura 8.* Honda XR 250cc.

Fuente: (HONDA, 1996)

### 2.5.5 Naked

Las motocicletas naked se caracterizan por ser llamativas y con performance deportivo, llevan su motor al descubierto sin ningún carenado. Son veloces y de conducción ágil.



*Figura 9.* Yamaha Fazer 600cc

Fuente: (Motofichas, 2014)

### 2.5.6 Cruiser.

Su principal intención es la comodidad de sus ocupantes, ya que están diseñadas para largos viajes en carretera, están equipadas para llevar maleteros a sus costados sin descuidar el confort para conducir las.



**Figura 10.** Honda Gold Wing 1800cc.

Fuente: (Drive, 2018)

### 2.5.7 Chopper.

“Se caracteriza por una horquilla muy larga y el asiento bajo. Puede estar basada en una moto ya producida o ser creada desde cero. Las Chopper suelen ser más livianas, tienen depósitos pequeños, y sus parabrisas, luces, guardabarros y asientos son también más pequeños.” (MMT Seguros, s.f.)



**Figura 11.** Harley Davidson Fat Boy

Fuente: (Mecum Auctions, 2013)

### 2.5.8 Motos deportivas

Las motos deportivas cuentan con motores sumamente potentes que alcanzan velocidades muy altas, están ideadas para circuitos de competencia, pero también pueden ser usadas en las calles, su diseño es aerodinámico y con un estilo de conducción agresivo.



*Figura 12.* Honda CBR 600cc:

Fuente: (Motolandia, 2018)

### 2.5.9 Motos sport-turismo.

Estas motocicletas son la combinación entre las motos deportivas y las motos turismo, tienen un diseño deportivo, pero con un estilo de conducción cómodo para el piloto, a la vez que proporciona las altas velocidades de una sport.



*Figura 13.* Yamaha FJR 1300cc.

Fuente: (Giga, 2013)

## **2.6 Nueva Tecnología para las Motocicletas**

La tecnología, en el campo automotriz, ha avanzado muy rápido en los últimos años, siendo esto una gran ventaja para todas las personas que hacen uso de todo tipo de vehículos, además de brindar más seguridad para los ocupantes y mayor eficiencia. También se ha buscado la manera de resolver el problema de contaminación ambiental que ocasiona el uso de motores de combustión interna, es por esto, que pequeñas, medianas y grandes compañías de la industria automotriz buscan el modo de solucionar este problema que afecta al ecosistema.

Podemos encontrar vehículos híbridos y eléctricos y las motos no son la excepción. A continuación, se presentan los nuevos tipos de motocicletas que se pueden encontrar en el mercado.

### **2.6.1 Motocicletas Híbridas**

Las motocicletas híbridas usan el mismo principio que los autos híbridos, un motor de combustión interna y un motor eléctrico equipados en un mismo vehículo. Aquí el motor eléctrico funciona como asistente del motor de combustión interna, lo que le proporciona más caballos de fuerza y mayor respuesta en la aceleración.

Existen varias ventajas en las motocicletas híbridas que no presentan las tradicionales ni las motos eléctricas, por ejemplo:

1. Tienen mayor autonomía que una motocicleta eléctrica gracias al funcionamiento del motor de combustión interna.
2. No genera la misma cantidad de emisiones tóxicas al medio ambiente y al usar el motor eléctrico estas cifras se reducen a cero.

3. Se pueden abastecer de combustible en cualquier gasolinera, situación en la que las motocicletas eléctricas encuentran una clara desventaja, ya que hoy en día no se pueden encontrar lugares de abastecimiento de recarga eléctrica.
4. Al usar un motor eléctrico y un motor de combustión interna al mismo tiempo se genera una mayor cantidad de potencia.

En el año 2018 la marca Honda lanzo al mercado la primera motocicleta híbrida. “Este scooter se basa en la versión de 125 centímetros cúbicos y cuatro tiempos del PCX, al que se le ha añadido un motor eléctrico que proporciona ayuda en la propulsión durante los momentos de mayor exigencia, como las salidas”. (Castells, s.f.)



**Figura 14.** Honda PCX Hybrid

Fuente: (Carsifu, 2018)

### **2.6.2 Motocicletas Eléctricas**

Con la desaparición de los motores que funcionaban a vapor nacieron los motores de combustión interna, máquinas eficientes y capaces de generar la fuerza requerida para mover autos, camiones, buses, barcos, etc. Dichas máquinas usan combustible fósil para poder funcionar y a su

vez este combustible genera emisiones tóxicas al medio ambiente que perjudica la salud de millares de personas y el ecosistema en general en donde habitan todos los seres vivos.

A medida que pasa el tiempo y con la contaminación ambiental avanzando a paso agigantado, varias industrias vieron la necesidad de frenar este gran problema que afecta a todo el mundo, es así que nacen los vehículos eléctricos, que funcionan gracias a motores que no requieren de combustible fósil, sino de baterías recargables.

Desde hace mucho tiempo ya, se ha visto a las motocicletas eléctricas como una de las alternativas eficientes y ecológicas para evitar la degradación del ecosistema y aliviar el tráfico de las grandes ciudades.

“Las motos eléctricas al igual que los coches son proyectos muy importantes que requieren muchas horas de estudios y pruebas. La situación con las motos eléctricas está tan avanzada que inclusive ya se está hablando de motocicletas que gozarán de conducción autónoma.” (Vanguardia, 2018)

Una de las principales ventajas que presentan las motocicletas eléctricas es la eliminación total del uso de la gasolina, esto denota un ahorro significativo para el bolsillo del consumidor, además que no presenta todas las piezas mecánicas de un motor de combustión interna, esto también representa eliminación de costos de mantenimiento, sin embargo, aún no alcanzan a tener la autonomía que presentan las motocicletas con motores convencionales.

“El tiempo de carga y la duración de las baterías son un tema interesante al que muchas personas se refieren al momento de decidirse o no a comprar un vehículo eléctrico”. (Vanguardia, 2018). Es fundamental para el usuario evidenciar la capacidad que presenta una motocicleta

eléctrica y las prestaciones que presente, su autonomía es la clave para sacar el máximo provecho de estos vehículos.

“Muchas personas en desconocimiento de la tecnología eléctrica tienden a pensar que los coches y motos eléctricos son más lentos en comparación a los vehículos a combustión; no se confunda, la verdad es otra. Las motos eléctricas pueden alcanzar más de 200 kilómetros por hora, pero también hay modelos más sencillos y más livianos que no pasan de 45 kilómetros por hora.” (Vanguardia, 2018). Hoy en día podemos encontrar en el mercado motocicletas eléctricas que se ajusten a la exigencia de cada persona, motocicletas rápidas y eficaces, motocicletas potentes y con gran capacidad de carga o simplemente una moto pequeña para circular diariamente en la ciudad y momentos de ocio.

“Sería lógico pensar que precisamente las marcas más poderosas serían aquellas que encabezarían el cambio hacia la electrificación como ya se está haciendo con los coches; la realidad es muy diferente” (Martín, 2017).

En la actualidad se puede encontrar marcas poco reconocidas en el mercado, pero son las pioneras en la innovación de las motocicletas eléctricas como, por ejemplo:

1. E-volt
2. Enérgica
3. Volta
4. Vigo
5. Zero
6. Soco

Estas son algunas de las marcas que se abren paso en el mundo del motociclismo, las más destacadas han sido las marcas Enérgica con su motocicleta EGO que, “alcanza una velocidad máxima de 241 k/h con una autonomía en la ciudad de 200 km.” (Electromotos, s.f.). Y la marca Soco con su modelo TS1200 que, “alcanza una velocidad de 60 km/h con una autonomía entre 50 y 60 km en la ciudad.” (Beelectric, s.f.). Esta última ha tenido una acogida considerable gracias a su precio y autonomía aceptable para transitar por la ciudad.



**Figura 15.** Enérgica Ego.

Fuente: (Enérgica Motor, 2019)

También las grandes compañías como: BMW, Honda, Harley Davidson, KTM y Yamaha han presentado modelos de motocicletas eléctricas de manera minuciosa sin promocionarlas en exceso.



**Figura 16.** Harley Davidson LiveWire.

Fuente: (Harley Davidson, 2018)

## 2.7 Motores Eléctricos

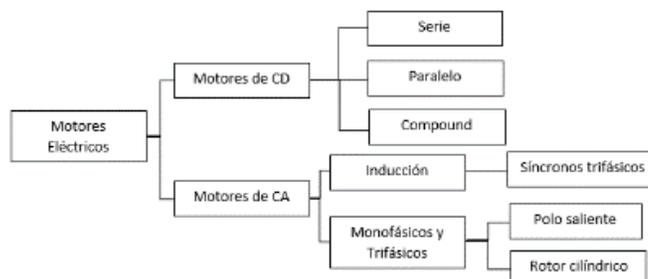
“Un motor eléctrico es una máquina que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.” (Tirado, 2019).

Se puede encontrar motores eléctricos en todas partes, desde un pequeño carro a control remoto hasta en grandes máquinas de uso industrial. “Proporcionan la potencia motriz para controlar una parte considerable y en constante crecimiento de nuestra moderna economía.” (Kirtley, Manual del Motor Eléctrico, 2000). Tienen un sin número de utilidades y cada vez su aplicación crece en el campo automotriz.

### 2.7.1 Tipos de Motores Eléctricos

Los motores eléctricos funcionan con corriente eléctrica y con el flujo magnético, gracias a este trabajo en conjunto el motor libera energía mecánica.

“En general los motores eléctricos se clasifican en dos categorías: de CA y CD, dentro de estas categorías existen subdivisiones”. (Kirtley, Manual del Motor Eléctrico, 2000)



**Figura 17.** Clasificación de los motores ca y cd

Fuente: (Manual del motor eléctrico, 2000)

### a) Motores de cd

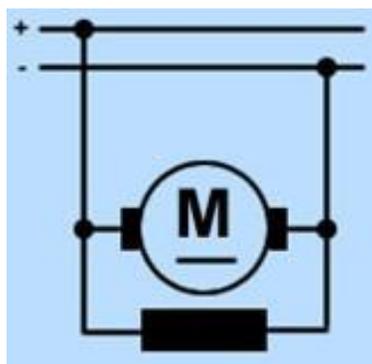
“Los motores de cd, como su nombre lo indica, funcionan con corriente y voltaje terminal que es directo o sustancialmente constante. Los motores de cd se han usado por lo regular en dos amplios tipos de aplicaciones, una de estas categorías es aquella en la que la fuente de poder en sí misma un cd, esto es la causa del por qué los motores en los automóviles son en su totalidad de cd”. (Kirtley, Manual del Motor Elèctrico, 2000)

Los motores eléctricos de corriente directa se diferencian de los motores de corriente alterna porque tienen la capacidad de funcionar inversamente al trabajar también como generador eléctrico, como por ejemplo el alternador automotriz que recarga la batería.

Los motores de corriente directa se clasifican en tres grupos que son:

### b) Motor de CD en serie

Este motor funciona gracias a que el inducido y el inductor están conectados en serie y reciben un flujo de corriente directo y constante.

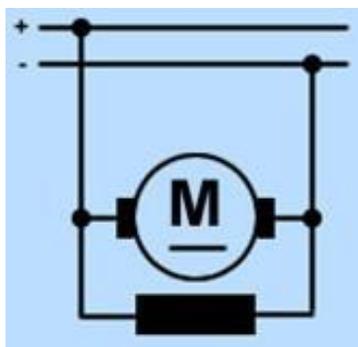


**Figura 18.** Diagrama conexión en Serie.

Fuente: (Electricidad y Automatismos, 2018)

### c) Motor de CD en paralelo

Este motor funciona gracias a que el bobinado inductor y el bobinado inducido están conectados en paralelo, trabajan a velocidades constantes y ajustable dependiendo del tipo de trabajo al que está sometido.

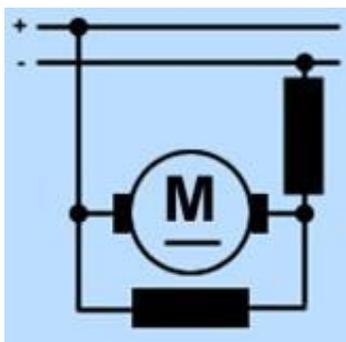


**Figura 19.** Diagrama conexión Paralelo

Fuente: (Electricidad y Automatismos, 2018)

### d) Motor de CD compound

El motor compound es aquel que funciona gracias a la combinación del motor en paralelo y del motor en serie, aquí una bobina inductora está conectada en serie con el inducido y la otra bobina inductora está conectada en paralelo con la misma.



**Figura 20.** Diagrama de conexión Compound

Fuente: (Electricidad y Automatismos, 2018)

### e) Motor de CA

El motor de corriente alterna es aquel que funciona con corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían constantemente, este tipo de motores se utiliza en muchos campos industriales ya que tiene un excelente rendimiento, es sencillo y presenta bajos costos de mantenimiento.

“Los motores de ca trabajan al establecer un patrón de campo magnético que gira con respecto al estator y posteriormente emplea fuerzas electromagnéticas para arrastrar al rotor en el patrón del campo magnético rotatorio” (Kirtley, Manual del Motor Elèctrico, 2000)

### f) Motores de CA sincrónicos y de inducción

“Los motores síncronos funcionan a una velocidad fija, sin importar la carga que lleven. Sus velocidades de operación están dadas por la relación

$$Velocidad\ en\ \frac{r}{min} = 120 \times \frac{f}{P}$$

Donde  $f$  es la frecuencia del sistema en Hz y  $P$  es el número de polos para el que el estator este devanado. La velocidad dada por la relación anterior se denomina velocidad de sincronía, y de aquí el nombre del motor síncrono. El motor de inducción funciona de manera similar, pero a menor velocidad de sincronía.” (Kirtley, Manual del Motor Elèctrico, 2000)

### g) Motores monofásicos y trifásicos

La diferencia principal entre estos dos motores es la instalación y la corriente que los hace funcionar, ya que usan corriente monofásica y trifásica respectivamente, además los motores monofásicos son usados para generar potencias pequeñas como por ejemplo 2Kw y los motores trifásicos son usados generalmente en las industrias porque generan mayor fuerza de trabajo y pueden ser usados como generadores.

“Los motores monofásicos están limitados por la potencia que pueden producir, y están disponibles en tamaños de pocos caballos de fuerza, y solo en la variedad de motor de inducción. Por lo general se dispone de motores síncronos solo en configuración trifásica.” (Kirtley, Manual del Motor Elèctrico, 2000)

#### **h) Motores de polo saliente y rotor cilíndrico**

Los motores eléctricos síncronos también se clasifican por el método de su construcción, aquí se encuentran los motores de polo saliente y motores de rotor cilíndrico, que son dos amplias categorías de las que depende la cantidad de velocidad que entregue cada motor.

“Los motores de alta velocidad que funcionan a 3600 r/min son de construcción de rotor cilíndrico por razones de fortaleza mecánica, mientras que los motores de velocidades más lentas que funcionan a 1800 r/min o más lento son en su mayoría de tipo de polo saliente.” (Kirtley, Manual del Motor Elèctrico, 2000)

### **2.8 Motores Eléctricos usados en vehículos híbridos y eléctricos**

En el mercado se encuentra una gran variedad de motores eléctricos, pero no todos pueden ser usados en la industria automotriz. Los usuarios aun no ven a los vehículos eléctricos e híbridos como una alternativa viable de movilidad porque aún no se logra que los motores eléctricos presenten la misma eficiencia y precio que los motores de combustión interna, pero cabe recalcar que los vehículos híbridos y eléctricos van un paso adelante en cuanto a emisiones toxicas, menor precio de mantenimiento y funcionamiento silencioso.

Las empresas que fabrican y comercializan vehículos híbridos y eléctricos, y personas que realizan conversiones deben tener en cuenta que existen diferentes motores que pueden ser usados, tomando en cuenta las características que desean obtener al finalizar todo el proceso.

Los motores que se pueden encontrar más comúnmente en vehículos híbridos y eléctricos son los siguientes:

### 2.8.1 Motores de inducción

“A este tipo de motores se les denomina motores de inducción debido a que su funcionamiento se basa en la interacción de campos magnéticos producidos por corrientes eléctricas, las corrientes que circulan por el rotor son producidas por el fenómeno de inducción electromagnética, conocido comúnmente como ley de Faraday.” (Vandelvira, 2011)



*Figura 21.* Motor de inducción Learn Engineering.

Fuente: (Aprenda Ingeniería, 2013)

### 2.8.2 Motores de flujo axial.

“Las máquinas de flujo axial (AFPM) Son aquellas en las que el flujo magnético es producido por los imanes permanentes en la dirección del eje de rotación.” (Gòmez, 2018)



**Figura 22.** Motor de flujo axial de Magnax

Fuente: (Magnax Company, 2017)

### 2.8.3 Motores de imanes permanentes.

“Los motores IP son motores eléctricos que utilizan la combinación de campos magnéticos de naturaleza permanente y campos magnéticos inducidos producidos por la corriente de excitación externa que fluye a través de los devanados del estator.” (Trashorras, 2016)



**Figura 23.** Motor con imanes permanentes.

Fuente: (Interempresas, 2010)

### 2.8.4 Motores DC tradicionales.

“Es una máquina que convierte energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción de un campo magnético.” (Mantuano, s.f.)



**Figura 24.** Motor DC 12v 3Kw

Fuente: (AliExpress, 2017)

### **2.8.5 Motor BLDC (Brushless)**

Los motores BLDC son usados en casi todos los vehículos que funcionan con un motor eléctrico, ya que presentan gran eficiencia.

“Los motores brushless han derivado de los motores de los CD ROM, los DISCOS RIGIDOS y los ventiladores de computación, son motores trifásicos de alto rendimiento y bajo peso.” (Faletti, 2019)

YMMOTOR



**Figura 25.** Motor BLDC

Fuente: (AliExpress, 2017)

## **2.9 Baterías.**

Las baterías son aparatos que almacenan energía eléctrica, capaces de proporcionar la misma y volver a recargar energía si es necesario. La batería es de suma importancia tanto en vehículos con motores de combustión interna, vehículos híbridos y eléctricos.

En las motocicletas eléctricas la batería sustituye a la gasolina o cualquier hidrocarburo y es la encargada de proporcionar la energía suficiente al motor para que este funcione.

### **2.9.1 Tipos de baterías.**

Existen varios tipos de baterías que se pueden usar para proporcionar energía a los vehículos, los vehículos a su vez, dependen de la eficiencia, potencia y ciclo de vida que ofrezca la batería.

A continuación, se detalla las baterías que pueden ser usadas en vehículos híbridos y eléctricos.

#### **a) Batería de plomo-ácido**

“Es el tipo de batería más utilizada y al mismo tiempo, la más antigua de todas, permaneciendo casi inalterada desde su invención en el Siglo XIX. Sus desventajas son el excesivo peso, la toxicidad del plomo y su lenta recarga.” (Electromovilidad, 2017)

Este tipo de baterías se ha usado desde hace muchísimos años en la industria automotriz, usadas en casi todos los vehículos, estas baterías se caracterizan por poseer 12 voltios y constituyen casi todo el segmento de ventas a nivel mundial.



**Figura 26.** Batería Bosh, 24v

Fuente: (Bosh Auto Parts, 2019)

### b) Batería níquel-cadmio

“Bastante utilizadas en la industria del automóvil, el alto coste de adquisición de sus elementos hace que no sean la soluciones elegida por los fabricantes, estando más orientadas a aviones, helicópteros o vehículos militares.” (Electromovilidad, 2017)

El gran inconveniente con estas baterías es su elevado costo en comparación con las baterías de plomo y acido, en los últimos años su producción ha ido menorando gracias a nuevas tecnologías al alcance que proporcionan mejores características técnicas.



**Figura 27.** Batería de níquel-cadmio

Fuente: (Industronic, 2019)

### c) Batería níquel-hidruro metálico

“Similares a las de níquel-cadmio, además de ser menos agresivas con el medio ambiente. En contra tienen su constante mantenimiento y su deterioro frente a altas temperaturas, altas corrientes de descarga o sobrecargas.” (Electromovilidad, 2017)

Tienen una mejor capacidad que las baterías níquel-cadmio además de menorar notablemente su peso en proporción a sus características técnicas.



*Figura 28.* Batería de níquel-hidruro metálico

Fuente: (Farnell, 2019)

### d) Batería ion-litio

“Disponen del doble de densidad energética que las baterías níquel-cadmio con un tamaño del orden de un tercio más pequeñas. Pero también tienen desventajas, el principal es su alto coste de producción, son frágiles, pueden explotar por el sobrecalentamiento y deben ser almacenadas con mucho cuidado.” (Electromovilidad, 2017)

Las baterías de ion-litio son las más usadas en vehículos híbridos, ya que, presentan gran fiabilidad, además de no requerir mantenimiento y presentar mayor capacidad energética a menor peso.



**Figura 29.** Batería Ion-Litio

Fuente: (Museum Autovision, 2019)

#### e) Batería polímero de litio

“Otra variación de las Ion-litio que cuenta con algunas mejoras como una densidad energética mayor y una potencia más elevada. Son ligeras, eficientes y no tienen efecto memoria.” (Electromovilidad, 2017).

Estas baterías presentan una baja capacidad de descarga y una alta densidad de energía, además de su ligero peso tampoco necesita de mantenimiento. Sus mayores desventajas son: su alto costo y bajo ciclo de vida.



**Figura 30.** Batería polímero de litio, 3v

Fuente: (Global Sources, 2019)

### **f) Batería de aluminio-aire**

“Con una capacidad de almacenamiento de hasta diez veces más que las de tipo Ion-litio y una densidad energética fuera del alcance del resto, este tipo de batería no ha tenido una buena aceptación comercial debido a sus problemas de recarga y de fiabilidad. Se encuentran en fase experimental.” (Electromovilidad, 2017)



*Figura 31.* Batería de aluminio-aire

Fuente: (Electromaps, 2015)

### **g) Batería zinc-aire**

“Desarrolladas por una compañía suiza, y en fase experimental, pero más avanzada que las de Aluminio-Aire, estas baterías necesitan obtener el oxígeno de la atmósfera para generar una corriente. Tiene un alto potencial energético, fiabilidad y son capaces de almacenar el triple de energía que las de Ion-litio en el mismo volumen y con la mitad del coste. Según algunos expertos, el zinc se posiciona como el combustible eléctrico del futuro.” (Electromovilidad, 2017)



**Figura 32.** Batería de zinc-aire

Fuente: (Transporte Elèctrico, 2013)

## **2.10 Ciclo de vida, mantenimiento y reciclaje, de las baterías de ácido plomo, ion-litio y níquel hidruro metálico, usadas en vehículos convencionales, Híbridos y Eléctricos.**

Al igual que todos los objetos que son usados en el diario vivir de cientos de personas, las baterías también cumplen un ciclo de vida útil, y en busca de reducir lo máximo posible el impacto ambiental se ha buscado la manera de reciclar las baterías de los vehículos, tratando de usar nuevamente todo lo que aun sea útil y desechando de manera adecuada los materiales que pueden ser perjudiciales para el ecosistema.

Las baterías de plomo-ácido han sido utilizadas en la industria automotriz desde hace mucho tiempo, pero tienen por defecto un alto índice de contaminación, ya que el plomo es una sustancia con alto grado de toxicidad. Por otro lado, encontramos las baterías usadas en vehículos híbridos y eléctricos, más comúnmente usadas las baterías de ion-litio y níquel hidruro metálico, debido a que ofrecen una buena eficiencia y características técnicas adecuadas para el funcionamiento de motores eléctricos, A continuación, se detallará respectivamente a cada una.

### **2.10.1 Baterías de Plomo-Ácido**

#### **a) Ciclo de vida**

“La vida útil de una batería en servicio corresponde al período de tiempo o al número de ciclos de carga/descarga que la batería puede soportar hasta que su capacidad sea insuficiente para cubrir las necesidades para las que fue diseñada. Se considera que una batería llega al fin de su vida útil cuando no puede entregar el 80% de su capacidad nominal. La vida de una batería varía considerablemente en función de factores tales como la composición de las placas; modo de empleo de la misma y profundidad de las descargas, y mantenimiento. Una batería de automóvil puede durar hasta seis años, no obstante, en la práctica sólo el 30% del total llega a ese límite; el 70% restante debe ser reemplazado luego de 6 a 48 meses de uso.” (Gùzman, 2011)

#### **b) Mantenimiento**

El mantenimiento de una batería es de suma importancia, ya que esto garantiza el máximo aprovechamiento del ciclo de vida útil, además de poder prolongarlo. Existen varias maneras de mantener en buenas condiciones una batería de ácido-plomo, (Gùzman, 2011) menciona que se debe:

- Comprobar que no hay daños en la caja o fugas de electrolito. Las baterías deberán mantenerse limpias y secas. Si hay electrolito, se deberá limpiar con una solución de bicarbonato de sodio.
- Limpiar y mantener ajustadas las conexiones de los cables. Los terminales deberán mantenerse libre de corrosión. De existir, los terminales se podrán limpiar con la solución de bicarbonato de sodio seguido por agua limpia y luego por un trapo seco.

- De resultar necesario, y si corresponde, se deberá ajustar el nivel del electrolito utilizando agua desmineralizada o destilada (el agua potable tiene impurezas que contribuyen al envejecimiento de la batería).

### c) Reciclaje

Como se menciona anteriormente, cuando la batería no puede entregar el 80% de su capacidad nominal es hora de cambiarla, pero, ¿Qué pasa con la batería? todos sus componentes pueden ser reutilizados nuevamente, Fernández, (2015) afirma que. “Una batería de plomo es un producto cuyos materiales pueden ser reciclados en su totalidad.” (p.7). Basantes, (2019) menciona que:

El reciclado consiste en los siguientes pasos:

- a) Se saca el electrolito y se envía a un proceso de neutralización.
- b) Separación de las partes plásticas, de chapa y de plomo.
  - Las partes de chapa se separa como chatarra.
  - De las partes de plomo se hacen lingotes para ser reusados en baterías nuevas.
  - El plástico se lava y se funde para hacer nuevas piezas.

## 2.10.2 Baterías de Ion-Litio

### a) Ciclo de vida

Al igual que las baterías de ácido-plomo, las baterías de ion-litio cumplen su ciclo de vida útil cuando su capacidad se ve reducida en un 20% de su capacidad total de carga eléctrica.

“Las baterías de los coches eléctricos se “jubilan”, como mucho, tras unos cinco años de uso. En ese momento todavía conservan alrededor del 80% de su capacidad de carga y descarga,

pero ya no son válidas para un entorno tan exigente como el automóvil, por lo que se desechan y apenas se reciclan algunos de sus materiales.” (Las baterías de coches eléctricos, s.f.)

### **b) Mantenimiento**

El mantenimiento juega un papel significativo para que la batería funcione adecuadamente, a continuación, se puntualiza las recomendaciones para el uso de estas baterías.

(Carrasco, 2009) asegura que:

- No se debe usar otro tipo de cargadores.
- Cargar en un contenedor o zona no inflamable.
- Inspeccionarlas, si están deformadas no las utilice.
- La vida de su batería será mucho más larga si en cada descarga/utilización no se llega a descargar completamente.
- No golpee, pinche doble o deforme el pack de baterías de ningún modo.
- No montar elementos de capacidad desconocida.
- Tienen un periodo de almacenamiento sin uso de 5 años garantizado por el fabricante en condiciones de almacenaje óptimas, cuando no vaya a utilizarlas guárdelas a media carga, entre 3.7/3.8V, nunca vacías o completamente cargadas.
- Se debe tener siempre mucho cuidado de no producir cortocircuitos. (p. 39)

### **c) Reciclaje**

Este tipo de baterías son más ecológicas que las de ácido-plomo, sin embargo, se debe tener en cuenta que aun siendo así, también necesitan un tratamiento adecuado para reducir aún más el impacto ambiental. (Carrasco, 2009) Explica que.

Las baterías usadas son transportadas a una planta de reciclaje en las que son sometidas a los procesos que se describen a continuación:

- **Recepción:** las baterías son llevadas en camiones a plantas de tratamiento. El suelo debe estar aislado de los posibles derrames de productos contaminantes, pues podría filtrarse a aguas subterráneas.
- **Preselección Inicial:** Aunque la recogida se haga en función del tipo de batería hay que volver a separar los productos según sus componentes pues siempre hay algunas mezcladas.
- **Separación de materiales:** los elementos son aplastados en cadenas diferentes según su composición para separar sus materiales, escurriendo los líquidos y separando los sólidos.
- **Inertización Química:** una vez separados los compuestos se les trata correspondientemente para generar nuevos compuestos más inertes químicamente y por tanto menos contaminantes.
- **Tratamiento de Gases:** a lo largo de estos procesos descritos se generan numerosos gases contaminantes, que deben ser filtrados y en un lavador de gases, donde mediante agua se diluyen los gases más contaminantes para volver a ser tratados.

### **2.10.3 Baterías de níquel- hidruro metálico**

#### **a) Ciclo de vida**

“En general, las baterías de NiMH que se cuidan adecuadamente (se cargan y se usan con frecuencia, se almacenan en un lugar fresco y seco y no se caen) duran de 500 a 1000 cargas o aproximadamente de dos a tres años.” (Manual del ingeniero mecánico, 2017)

## b) Mantenimiento

“Las baterías nuevas de NiMH no requieren mantenimiento; sin embargo, el mantenimiento puede ser útil cuando las baterías más antiguas comienzan a perder rendimiento. Puede ayudar a poner en marcha las baterías de NiMH que están cerca del final de su vida útil para que pueda sacar la mayor cantidad posible de sus baterías más antiguas.” (Manual del ingeniero mecánico, 2017)

Un dato curioso sobre estas baterías es que mientras más se las utilice mayor puede ser su rendimiento y años de durabilidad.

## c) Reciclaje

“Antes del proceso de reciclaje, los plásticos se eliminan de la porción de la celda. Las celdas pasan por un proceso de secado para eliminar la humedad (electrolito de hidróxido de potasio (KOH) y H<sub>2</sub>O) de las celdas. El proceso de secado calienta las celdas de manera controlada por tiempo y temperatura a través de una fórmula patentada y probada. Una vez que se secan estas celdas, se convierten en una materia prima valiosa para las industrias de fabricación de acero inoxidable y aleaciones. Los metales y el plástico se devuelven para ser reutilizados en nuevos productos.” (Battery Solutions, s.f.)

**Tabla 1.**

*Comparación entre las baterías Acido-Plomo, Ion-Litio y Níquel-Hidruro Metálico*

	Acido-Plomo	Ion-Litio	Níquel-Hidruro metálico
<b>Densidad energética (Wh/kg)</b>	30-50	110-160	60-120
<b>Numero de ciclos de vida</b>	400-1200	500-1000	1500
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-20° a 60°	-20° a 60°	-20° a 60°
<b>Aplicaciones</b>	Bicicletas eléctricas, automóviles, maquinas industriales.	Teléfonos móviles, vehículos eléctricos, laptops	Vehículos híbridos

Fuente: (Ramírez, 1981)

## **2.11 Controladores para vehículos Híbridos y Eléctricos**

El controlador, al igual que la batería y el motor, es un dispositivo indispensable para el buen funcionamiento de cualquier vehículo eléctrico, ya que es el encargado de regular todas las sus funciones al momento de ponerlo en marcha.

Gracias a la tecnología que avanza cada día más, podemos encontrar controladores más pequeños y eficientes.

“El objetivo del controlador es limitar el arranque del motor eléctrico, ya que, este puede exigir enorme intensidad eléctrica, tanto como las baterías o la fuente de alimentación se lo permitan.” (Sandoval, s.f.)

### **2.11.1 Tipos de Controladores**

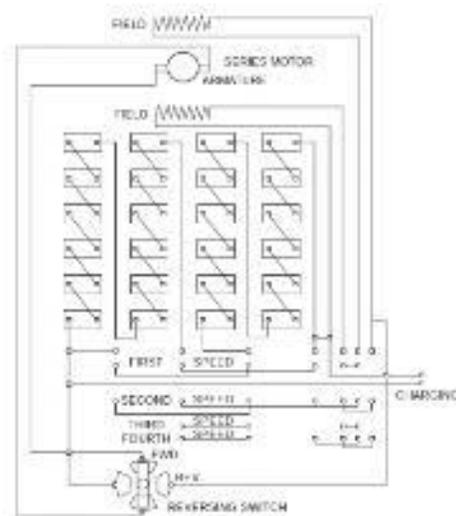
“Los controladores de la velocidad de motores son dispositivos diseñados para su uso en una variedad de vehículos de transporte. Estos controladores programables son fáciles de instalar, eficientes y rentables. Las aplicaciones típicas incluyen carritos de golf y vehículos utilitarios pequeños.” (AliExpress, 2017)

A continuación, se detalla cada tipo de controlador que se pueden encontrar en vehículos eléctricos.

#### **a) Controlador Multiswitching**

“Este tipo de controlador es el más simple en la limitación de velocidad. El controlador Multiswitching usa filas de baterías separadas por paquetes que suministran diversas tensiones.” (AliExpress, 2017)

Esto quiere decir que el controlador funciona accionando de manera paulatina las baterías y a medida que el motor necesite más potencia abre paso a nuevas tensiones. Como, por ejemplo: si tenemos cuatro secciones de baterías de 30v cada una, el controlador funcionará primero con una sección de 30v, si el motor requiere más potencia el controlador pondrá en funcionamiento otra sección de baterías de 30v, teniendo como resultado 60v y así sucesivamente.



**Figura 33.** Sistema Multiswitching

Fuente: (Moya, 2013)

## b) Controladores de Estado Sólido

“A finales de 1960, el rectificador de silicio y la técnica de modulación por ancho de pulso fue la que provocó el desarrollo del controlador de estado sólido. Estos productos electrónicos son usados para cambiar rápidamente de encendido a apagado para variar la velocidad del motor. Suelen operar en 15,000 a 18,000 Hz, así por encima del rango de audición humana. La frecuencia de conmutación más alta, crea una operación suave del motor. Esto hace que sean silenciosos, generalmente incluyen algún tipo de limitador de corriente para proteger el motor contra daños.” (Arreaza, 2019)



**Figura 34.** Controlador estado sólido

Fuente: (AliExpress, 2017)

### c) Controladores modernos

“Hoy en día, el controlador PWM (modulación por ancho de pulso) es típico en la mayoría de los vehículos eléctricos. Se enciende y se apaga a velocidades muy altas para controlar la rapidez con que desea ir. Se trata de un dispositivo sólido que utiliza un modulador de ancho de pulso 41 que envía corto ráfagas de corriente al motor en pulsos a una tasa de 15 kHz. La mayoría de los controladores tienen seguridades por ellos mismos, por ejemplo: sobre corriente y condiciones de sobrecalentamiento, reduciendo la corriente de alimentación o incluso la desconexión temporal si es necesario.” (Arreaza, 2019)



**Figura 35.** Controlador Kelly

Fuente: (AliExpress, 2017)

## **CAPÍTULO III**

### **ESTUDIO DE CONVERSIÓN**

#### **3.1 MATERIAL NECESARIO PARA LA CONVERSIÓN.**

Para realizar una conversión es necesario adquirir todos los implementos necesarios. En la tienda online, AliExpress, se ofertan kits de conversión completos para motocicletas, los cuales constan de las siguientes partes:

- 1) Motor eléctrico
- 2) Controlador eléctrico
- 3) Acelerador tipo potenciómetro
- 4) Velocímetro digital
- 5) Freno de disco
- 6) Convertidor

Es de suma importancia tomar en cuenta la ficha técnica de la motocicleta que se va a utilizar para realizar la conversión, ya que es necesario efectuar varios cálculos que serán detallados posteriormente para adquirir los implementos que se ajusten a las necesidades del proyecto.

A continuación, se detallan las características técnicas de la motocicleta.

#### **3.2 Ficha técnica de la Motocicleta**

La motocicleta usada para este proyecto es una Honda XL, año de fabricación 1975 y tiene las siguientes características.

**Tabla 2.**

*Ficha técnica de la motocicleta Honda XL, modelo 1975*

<b>Marca</b>	<b>Honda</b>
<b>Año</b>	1975
<b>Motor</b>	173 cc
<b>Sistema de enfriamiento</b>	Enfriamiento por aire
<b>Índice de compresión</b>	9.0:1
<b>Lubricación</b>	Por aceite
<b>Ignición</b>	CDI
<b>Encendido</b>	Por patada
<b>Transmisión</b>	5 velocidades
<b>Frenos</b>	De tambor en ambas ruedas
<b>Capacidad del tanque de combustible</b>	7 litros
<b>Caballos de fuerza</b>	15 HP/8500 rpm (SAE J245)
<b>Torque máximo</b>	1.4 kg.m/7000 rpm (10.1 lb.ft/7000rpm)
<b>Peso</b>	312.37 lb/ 141.98 kg
<b>Peso del motor</b>	117.5 lb/ 53.3 kg

Fuente: (Servicing Honda Motor Cycles, 1974)

### **3.3 Fuerzas que intervienen en el funcionamiento de la Motocicleta Eléctrica**

Para seleccionar el motor eléctrico que se ajuste a las necesidades del proyecto debemos realizar varias operaciones matemáticas que nos ayuden a descifrar de manera precisa todas las dificultades que podrían llegar a suscitarse, ya que el desempeño del vehículo también depende de factores físicos externos los cuales pueden afectar el rendimiento final de la motocicleta.

“El primer paso en el modelado del rendimiento del vehículo es producir una ecuación para el esfuerzo de tracción. Esta es la fuerza que impulsa el vehículo hacia delante transmitido al suelo a través de las ruedas motrices.” (Larminie, 2003)

Para que el esfuerzo de tracción sea el indicado debemos tomar en cuanta los siguientes factores:

- Resistencia a la rodadura
- Resistencia aerodinámica
- Resistencia en una pendiente

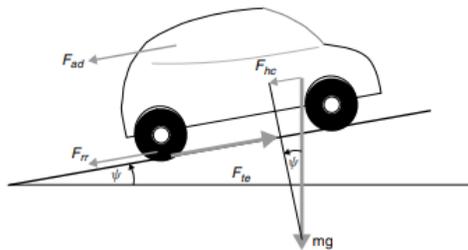
En donde se determina que “el esfuerzo total de tracción es la suma de todas las fuerzas”

(Larminie, 2003)

$$F_{te} = (m \times a) + F_{rr} + F_{ad} + F_{hc}$$

Fuente: (Ehsani M. , Modern Electric, Hibryd Electric and Fuel Cell Vehicles, 2005)

### *Ecuación 1*



**Figura 36.** Fuerzas que actúan en un auto

Fuente: (Larminie, 2003)

Siendo:

- m: masa
- a: aceleración
- F<sub>rr</sub>: fuerza de fricción (resistencia de rodadura)
- F<sub>ad</sub>: fuerza de resistencia al aire (resistencia aerodinámica)
- F<sub>hc</sub>: fuerza de resistencia a una inclinación (resistencia en una pendiente)
- F<sub>te</sub>: fuerza total de tracción

### 3.3.1 Resistencia a la rodadura ( $F_{rr}$ )

La resistencia a la rodadura es aquella fuerza de fricción que ejercen las ruedas sobre el piso para poder impulsar al vehículo hacia delante. Se determina su fórmula de la siguiente manera:

$$F_{rr} = \mu_{rr} \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$$

Fuente: (Ehsani M. , Modern Electric, Hibryd Electric and Fuel Cell Vehicles, 2005)

#### *Ecuación 2*

Donde

$\mu_{rr}$ : coeficiente de resistencia a la rodadura

m: masa

g: gravedad

$\alpha$ : grado de inclinación de la pendiente

### **Tabla 3.**

*Coefficiente de resistencia a la rodadura de los neumáticos*

Naturaleza y estado del suelo	Índice de cono (CI) [KPa]	Coefficiente de resistencia a la rodadura
Carretera en buen estado	-	0.02 a 0.04
Camino de tierra afinado	-	0.03 a 0.05
Camino de tierra	-	0.04 a 0.06
Suelo baldío	1800	0.06 a 0.10
Rastrojo seco	1200	0.08 a 0.10
Tierra labrada	900	0.10 a 0.20
Arena y suelo suelto	450-250	0.15 a 0.30

Fuente: (Márquez, 2006)

Para realizar el cálculo de la resistencia a la rodadura se toma el peso del motor y el peso total de la motocicleta de la **Tabla 2**, además de analizar el peso del conductor de la siguiente forma:

$$m = \text{peso de la motocicleta} - \text{peso del motor} + \text{peso del conductor}$$

$$m = 141.98 \text{ kg} - 53.3 \text{ kg} + 75 \text{ kg}$$

$$m = 163.68 \text{ kg}$$

Se realiza esta resta ya que no se va a utilizar el motor de combustión interna, pero se suma el peso del conductor.

Se toma también el dato del coeficiente de resistencia a la rodadura de la **Tabla 3**,  $\mu_{rr} = 0.04$  suponiendo que la naturaleza y estado del suelo sea una carretera en buen estado y el grado de inclinación de  $30^\circ$  de la **Tabla 6**.

$$F_{rr} = \mu_{rr} \cdot m \cdot g \cdot \cos(\alpha)$$

$$F_{rr} = (0.04) \cdot (163.68 \text{ kg}) \cdot (9.8 \text{ m/s}^2) \cdot \cos(57,74)$$

$$F_{rr} = 34.24 \text{ N}$$

### 3.3.2 Resistencia aerodinámica ( $F_{ad}$ )

La resistencia aerodinámica es la oposición que presenta el aire frente a un área determinada que se encuentra en movimiento. Se determina su fórmula de la siguiente manera:

$$F_{ad} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot C_d \cdot v^2$$

Fuente: (Ehsani M. , Modern Electric, Hibryd Electric and Fuel Cell Vehicles, 2005)

### *Ecuación 3*

Donde

p: densidad del aire

A: área frontal del vehículo

Cd: coeficiente de resistencia al aire

v: velocidad

#### **Tabla 4.**

##### *Coefficientes aerodinámicos para diferentes vehículos*

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Coefficiente aerodinámico de resistencia</b>
<b>Auto convertible</b>	0.5-0.7
<b>VAN</b>	0.5-0.7
<b>Sedan</b>	0.4-0.55
<b>Diseño optimo</b>	0.15-0.20
<b>Camiones y trenes</b>	0.8-0.15
<b>Buses</b>	0.6-0.7
<b>Motocicleta</b>	0.6-0.7

*Fuente:* (Ehsani, 2004)

Para realizar el cálculo de la resistencia aerodinámica se debe tener en cuenta la densidad del aire de la ciudad en la que se va a realizar el proyecto. En la página web SENAM se pueden determinar con facilidad estos datos.

Calcular con:			
	<input checked="" type="radio"/> <b>Humedad Relativa</b>		
	<input type="radio"/> <b>Temperatura de Punto de Rocío</b>		
Magnitud	Valor	Incertidumbre (k = 1)	
Temperatura, t:	20 °C	1	°C
Presión, p:	71770 Pa	1	Pa
Humedad Relativa, h:	41 %	1	%
<b>Realizar Cálculo</b>			
Resultado			
Densidad del aire:	0.8488148	kg/m <sup>3</sup>	
Incertidumbre (k = 1):	0.0031697	kg/m <sup>3</sup>	

**Figura 37.** Densidad del aire en Quito

Fuente: (CENAM, 2019)

Calcular con:			
	<input checked="" type="radio"/> <b>Humedad Relativa</b>		
	<input type="radio"/> <b>Temperatura de Punto de Rocío</b>		
Magnitud	Valor	Incertidumbre (k = 1)	
Temperatura, t:	20 °C	1	°C
Presión, p:	102900 Pa	1	Pa
Humedad Relativa, h:	52 %	1	%
<b>Realizar Cálculo</b>			
Resultado			
Densidad del aire:	1.2178351	kg/m <sup>3</sup>	
Incertidumbre (k = 1):	0.0045055	kg/m <sup>3</sup>	

**Figura 38.** Densidad del aire en Latacunga

Fuente: (CENAM, 2019)

Con los datos obtenidos se realiza una operación para generar un dato general entre ambas ciudades, promediando la densidad del aire, ya que la motocicleta va a ser usada en ambos lugares.

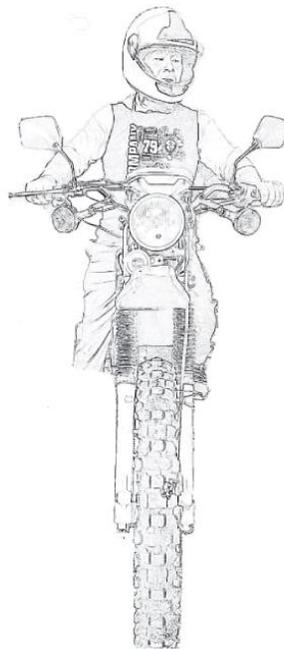
$$Densidad\ total = \frac{densidad\ en\ Quito + densidad\ en\ Latacunga}{2}$$

$$Densidad\ total = \frac{0.8488\ kg/m^3 + 1.2178\ kg/m^3}{2}$$

$$\text{Densidad total} = \frac{2.0666 \text{ kg/m}^3}{2}$$

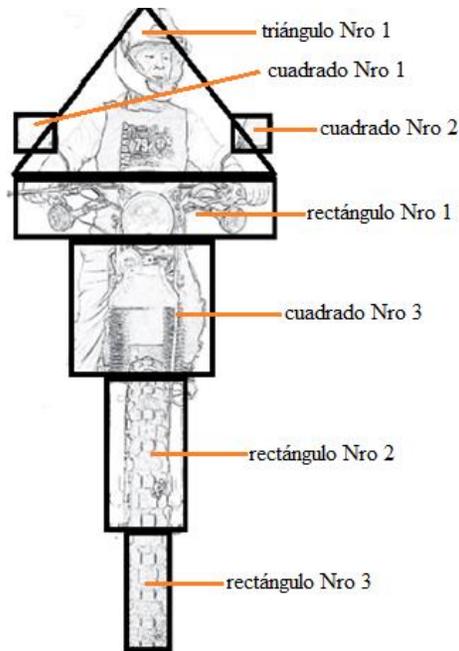
$$\text{Densidad total} = 1.0333 \text{ kg/m}^3$$

También es necesario obtener el dato del área frontal de la motocicleta y es casi imposible obtener un resultado exacto, ya que se debe tomar en cuenta que, al observar la moto de frente con el conductor, ambos, forman una superficie demasiado irregular, complicando así el método para obtener el área frontal del vehículo.



**Figura 39.** Motocicleta con conductor

Para encontrar el área frontal de la motocicleta se tomó la decisión de al menos obtener un dato aproximado, tomando como referencia figuras geométricas regulares que se asemejen a la forma que presenta la moto de la siguiente forma:



**Figura 40.** Área frontal de la motocicleta

Área de los cuadrados  $a = L^2$

Área del cuadrado Nro. 1:

$$a = 100\text{cm}^2 = 0.01\text{m}^2$$

Área del cuadrado Nro. 2:

$$a = 100\text{cm}^2 = 0.01\text{m}^2$$

Área del cuadrado Nro. 3:

$$a = 42^2 = 1764\text{cm}^2 = 0.1764\text{m}^2$$

Área del triángulo:  $a = \frac{b \times h}{2}$

Área del triángulo Nro. 1

$$a = \frac{82 \times 50}{2} = 2050\text{cm}^2 = 0.2050\text{m}^2$$

Área del rectángulo:  $a = b \times h$

Área del rectángulo Nro. 1:

$$a = 82 \times 17 = 1394\text{cm}^2 = 0.1394\text{m}^2$$

Área del rectángulo Nro. 2:

$$a = 43 \times 20 = 860\text{cm}^2 = 0.086\text{m}^2$$

Área del rectángulo Nro. 3:

$$a = 29 \times 9 = 261\text{cm}^2 = 0.026\text{m}^2$$

A continuación, sumamos todas las áreas para obtener el área frontal total de la motocicleta:

$$0.01 + 0.01 + 0.1764 + 0.2050 + 0.1394 + 0.086 + 0.026 = 0.6528m^2$$

Para finalizar se toma el dato del coeficiente de resistencia a la rodadura de la Tabla 5 y calculamos todos los datos con la fórmula de la siguiente manera:

$$F_{ad} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot C_d \cdot v^2$$

$$F_{ad} = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot (1.0333 \text{ kg/m}^3) \cdot (1.8m^2) \cdot (0.6528m^2) \cdot (8.3m \cdot s)^2$$

$$F_{ad} = 13.94 \text{ N}$$

### 3.3.3 Fuerza de resistencia a una inclinación ( $F_{hc}$ )

“Es simplemente el componente del peso del vehículo que actúa a lo largo de la pendiente.”

(Larminie, 2003). Se determina su fórmula de la siguiente manera:

$$F_{hc} = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$$

*Ecuación 4*

Fuente: (Ehsani M. , Modern Electric, Hibryd Electric and Fuel Cell Vehicles, 2005)

Donde:

m: masa

g: gravedad

$\alpha$ =grado de inclinación de la pendiente

**Tabla 5.**

*Tabla de conversión de pendientes.*

Pendiente en grados	Pendiente en %	Pendiente en grados	Pendiente en %
5	8,75	50	119,2
10	17,63	55	142,8
15	26,79	60	173,2
20	36,4	65	214,5
25	46,63	70	274,7
30	57,74	75	373,2
35	70,02	80	567,1
40	83,91	85	1143
45	100	90	Infinito

*Fuente:* (SCRIBD, 2011)

Para finalizar calculamos la resistencia ante una inclinación de la siguiente manera.

$$F_{hc} = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_{hc} = (163.68 \text{ kg}) \cdot (9.8 \text{ m/s}^2) \cdot (\sin 57.74)$$

$$F_{hc} = 1350.81 \text{ N}$$

Con los datos obtenidos previamente determinamos la fuerza de tracción total de la siguiente manera:

$$F_{te} = (m \times a) + F_{rr} + F_{ad} + F_{hc}$$

$$F_{te} = (163.68 \text{ kg} \times 8.3 \text{ m.s}) + 34.24 \text{ N} + 13,94 \text{ N} + 1350.81 \text{ N}$$

$$F_{te} = 2757.53 \text{ N}$$

La potencia de los motores eléctricos se mide en watts, así que, transformamos los newtons a watts para determinar la fuerza que se necesita del motor.

1 newton es igual a 1 segundo de watt, entonces, 2757.53 N es igual a 2757.53 watts

Se visualiza la potencia de los motores que existen en el mercado

QS Motor 16*3.5inch 260 E-Scooter Hub Motor Price List								
Power	Magnet	Version	Battery Current	Speed (KPH)			Torque	Latest Price Sample
				48V	60V	72V		
1500W	30H	V1	45-50a	30-50	30-55	30-60	141.5N.m	\$153.00
2000W	35H	V1	50-60a	30-55	30-65	30-70	177.2N.m	\$174.30
	35H	V4	60-70a	30-60	30-70	30-75	/	\$311.00
3000W	40H	V1	60-80a	30-70	30-75	30-80	≥177.2N.m	\$181.40
	40H	V4	75-85a	30-70	30-75	30-80	/	\$352.00
5000W	45H	V4	80-90a	30-70	30-80	30-90	261.0N.m	\$378.00

**Figura 41.** Tabla de motores eléctricos

Fuente: (QS Motor, 2019)

Al observar el valor obtenido en el cálculo de requerimiento de potencia se determina que el motor que se acerca más al valor necesario es el de 3000w.

Cabe recalcar que el fabricante vende kits de conversión completos para cada tipo de motor, al elegir el motor de 3000w después de realizar los cálculos debidos, el fabricante selecciono el controlador eléctrico para el correcto funcionamiento del motor.

### 3.4 Kit de conversión para Motocicletas

Se puede encontrar varias páginas en internet que ofrecen kits de conversión para motocicletas, pero cabe recalcar que para este proyecto se utilizó para plataforma de internet AliExpress, específicamente en la tienda online de QS Motor, para adquirir todo lo necesario. En este sitio web se pueden encontrar modelos y kits que se ajusten perfectamente a las diferentes necesidades de sus clientes.

A continuación, se detalla cada implemento utilizado en este proyecto:

### 3.4.1 Motor eléctrico QS Motor de 3000w

Este motor eléctrico es de tipo BLDC de imanes permanentes y está incorporado en el aro de 17 pulgadas de aluminio, tiene las siguientes características:

#### a) Especificaciones

- Tipo de motor: motor BLDC de imanes permanentes
- Diseño del motor: Doble eje con rin de 17 pulgadas
- Tamaño del rin: 3.5×17
- Altura de imán: 40MM
- Polo de pares: 28 pares
- Potencia nominal: 3000W
- Potencia máxima: 4600W (Pico 6000W)
- Tensión nominal: 72V (48V-144V se puede ser opcional)
- Velocidad: 70km/h (30-80km/h se puede personalizar)
- Max RPM sin carga: 900RPM
- Par máximo: 160N.M
- Rendimiento Máximo: 88%
- Corriente continua: 50A
- La corriente máxima: 100A
- Tipo de freno: Freno de disco
- Fock trasera de la anchura para la instalación: 200 mm
- Material de núcleo de bobinado: Aluminio
- Sección transversal del cable de fase: 10 mm<sup>2</sup>
- Salón ángulo de eliminación gradual del sensor: 120 grados

- Sensor de temperatura: Opcional
- Temperatura de trabajo: desde 70 grados a 120 grados
- Grado impermeable: IP54
- Peso: 21kgs / 22kgs
- Tamaño del paquete: 58\*58\*40cm



**Figura 42.** Motor de 3000w

Fuente: (QS Motor, 2019)

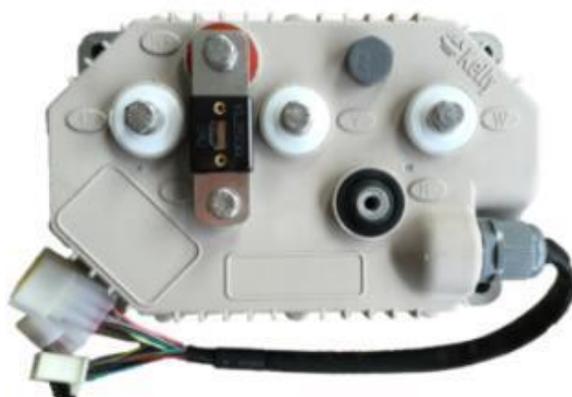
### **3.4.2 Controlador eléctrico**

El controlador que el fabricante diseño para el motor eléctrico es el KLS-7230H del fabricante Kelly Controller, que tiene las siguientes características:

#### **a) Características**

- Inteligencia con potente microprocesador.
- Rectificación síncrona
- Vigilancia de tensión.
- Vigilancia de tensión de la fuente de tensión de 12V y 5V.
- Hardware de protección contra sobretensiones.

- Límite configurable para la corriente del motor y la corriente de la batería.
- Protección de la batería: recorte actual, de advertencia y de parada en alta y baja tensión de la batería configurable.
- Cubierta de aluminio rugosa para la disipación de calor máxima.
- Desconexión en altas temperaturas.
- El controlador puede hacer ángulo autoidentificación para diferentes grados de sensores Hall.
- Software fácil de usar en computadoras y conexión bluetooth para teléfonos y tablets.
- KLS-H está protegido contra agua y polvo.



**Figura 43.** Controlador KLS7230H

Fuente: (Kelly Controller, 2019)

### 3.4.3 Acelerador eléctrico

El acelerador de este kit es de tipo potenciómetro y tiene las siguientes características:

#### a) Características

- Voltaje de entrada: 5V 12V 15V 24V 36V 48V 60V 72V 84V 96V 120V
- Voltaje de salida: 0-5V, 5-0V, 1-4.2V, 4.2-1V, 0-10V, 10-0V
- Salida de tres cables (no se puede conectar con el interruptor), entrada de 5v
- Pantalla digital que indica el estado de carga de las baterías.
- Tiene 5 cables: el amarillo es para energía positiva, el azul es para controlador de corriente positiva, interruptor eléctrico o cerradura de llave, el rojo es para acelerador positivo + 5v, el verde es para el cable de señal del acelerador de giro y el negro es negativo.



**Figura 44.** Acelerador tipo potenciómetro

Fuente: (AliExpress, 2019)

### 3.4.4 Velocímetro digital CT-22

El velocímetro designado por el fabricante muestra una pantalla de instrumentación fácil de comprender y tiene la característica principal de ser programable por el usuario. Tiene las siguientes características:

#### a) Características

- Voltaje de trabajo: 48v-120v
- Tiene 13 cables: 4 de línea de poder y 9 para la instrumentación
- Pantalla de instrumentación: batería, voltaje, reloj, subtotal de Tiptronic, Tiptronic, direccionales, luz.



*Figura 45.* Velocímetro digital

Fuente: (QS Motor, 2019)

### 3.5 Selección de Cable

Para seleccionar el tipo de cable que se puede utilizar acudimos a revisar la **Imagen 39**, en donde el fabricante del motor especifica el amperaje necesario para que este funcione correctamente. Después de revisar se concluye que el amperaje necesario es de 60 a 80 Ah ya que el motor elegido es de 3000w.

Para finalizar acudimos a la tabla de amperaje que proporciona la sección de cable adecuada para el amperaje necesitado.

**Tabla 6.**

*Sección de cable e intensidad máxima*

Sección de cable	Intensidad máxima
0,5 mm	6
0,75 mm	9
1 mm	11
1,5 mm	14
2 mm	16
2,5 mm	20
4 mm	28
6 mm	37
8 mm	48
10 mm	53
16 mm	75
25 mm	100
35 mm	125

Fuente: (Coelectrix, 2020)

Al observar el dato obtenido de la tabla de sección e intensidad se deduce que el cable adecuado para realizar la conexión de las baterías y el motor es el de 10 mm.

### 3.6 Selección de Baterías

La selección de las baterías fue un proceso muy importante para este proyecto, ya que el correcto funcionamiento y eficiencia de la motocicleta dependerá de la capacidad energética de su

fuelle de poder. Como el proyecto se enfocó en la reutilización de baterías de vehículos híbridos se buscó el auto con mayor cantidad de ventas en Ecuador.

“Las principales fuentes de análisis constituyen el número de automóviles híbridos vendidos en el mercado y sus modelos.” (Cabrera, 2012)

### **Tabla 7.**

#### *Autos híbridos más vendidos en Ecuador*

<b>Modelo/Marca</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Toyota Prius</b>	993
<b>Toyota highlander</b>	340
<b>Toyota Camry</b>	123
<b>Lexus 450H</b>	75
<b>Ford Fusion</b>	58
<b>Ford Escape</b>	240
<b>Chevrolet Tahoe</b>	70
<b>Chevrolet Sylverado</b>	87
<b>Otros</b>	133
<b>TOTAL</b>	2119

*Fuente:* (AEADE, 2011)

Con los datos obtenidos de AEADE se determina que el automóvil híbrido con más ventas en Ecuador es el Toyota Prius, por lo tanto, es el vehículo que cuenta con mayor cantidad de refacciones.

“El PRIUS dispone de una batería auxiliar de baja tensión y de un conjunto de batería para vehículos híbridos (HV) de alta tensión. El conjunto de la batería del HV contiene módulos de

batería de níquel-hidruro metálico (NiMH) sellados a prueba de fugas; la batería auxiliar es de plomo y ácido, como en cualquier otro vehículo convencional.” (Toyota Motor Corporation, 2004)

A continuación, se detallan las características de las baterías de níquel-hidruro metálico que ocupa el Toyota Prius:

**Tabla 8.**

*Características de las baterías de níquel-hidruro metálico*

Conjunto de la batería del HV	Características
Tensión del conjunto de la batería	201,6 voltios
Número de módulos de baterías de NiMH que forman el paquete	28
Peso del conjunto de la batería	39 kg (86 libras)
Tensión del módulo de batería de NiMH	7,2 voltios
Dimensiones del módulo de la batería de NiMH (pulgadas)	276 x 20 x 106 mm
Peso del módulo de la batería de NiMH	1.040 gramos (2,3lbs)
Capacidad	(Ah): 6,5 (3 h)

*Fuente:* (Toyota Motor Corporation, 2004)

Teniendo en cuenta todos estos detalles acerca de estas baterías se buscó de manera exhaustiva la manera de adquirirlas y se encontró en internet una mecánica automotriz en la cual se realizan reparaciones y mantenimientos a vehículos híbridos en la ciudad de Quito, en su taller contaban con baterías usadas, las cuales son enviadas a la Empresa Toyota para su reciclaje, al llegar a un acuerdo, se pudo facilitar la venta de las celdas en buen estado.

Analizando la cantidad de celdas que utiliza este modelo de vehículo se llegó a la conclusión de que únicamente son necesarias 7 celdas de níquel-hidruro metálico para poner en marcha el

motor de 3000w y 48v, ya que cada celda brinda 7,2v y en sumatoria total se obtienen 50.4v, ideales para el correcto funcionamiento de la motocicleta.



**Figura 46.** Celda de 7,4v Prius HV

### **3.7 Conexión de Baterías**

“Un circuito eléctrico es la combinación de cualquier número de fuentes y cargas conectadas de alguna manera que permita que haya un flujo de carga. El circuito eléctrico puede ser tan simple como uno compuesto por una batería y una lámpara, o tan complejo como los circuitos contenidos en un televisor, un horno de microondas, o una computadora.” (Robbins, 2008)

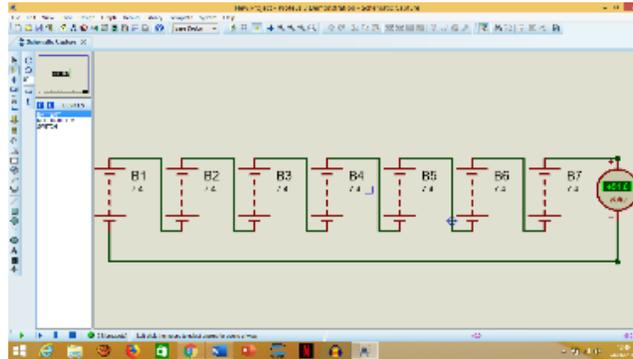
Es necesario comprender que debemos realizar una correcta instalación y conexión de las celdas para conformar una sola batería que proporcione la cantidad de energía suficiente para poner en marcha al motor eléctrico. Es así, que se puede encontrar tres alternativas de conectividad entre celdas y para esto se utilizará un programa denominada PROTEUS en el que se pueda simular la conexión entre varias baterías. A continuación, se presentan los tres tipos de conexión que se pueden realizar con estas baterías:

### 3.7.1 Conexión en serie

La conexión en serie se caracteriza porque la corriente eléctrica viaja en un solo sentido y es la misma en todos los elementos que conformen dicho circuito eléctrico.

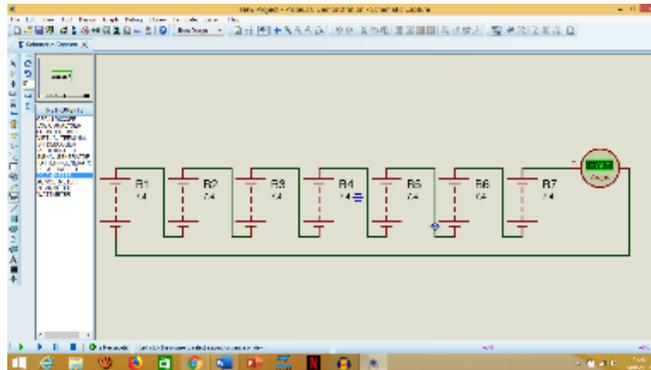
A continuación, se detalla la simulación realizada en el programa PROTEUS:

#### a) Voltaje.



*Figura 47.* Simulación circuito en serie

#### b) Amperaje.



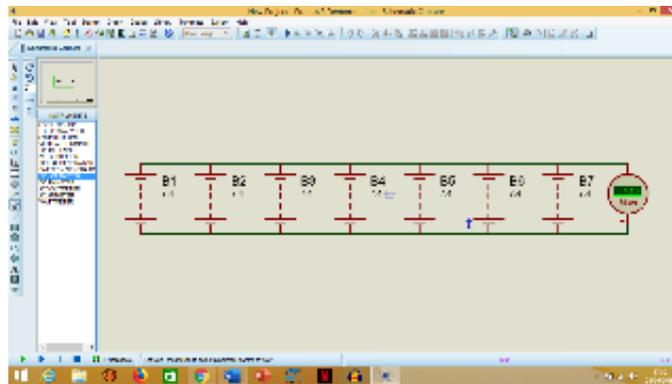
*Figura 48.* Amperaje de circuito en serie

### 3.7.2 Conexión en paralelo

Este tipo de circuito eléctrico se diferencia del circuito en serie ya que cada elemento incluido conecta sus entradas y salidas de manera en la que coincidan todas entre sí, es decir, positivo con positivo y negativo con negativo.

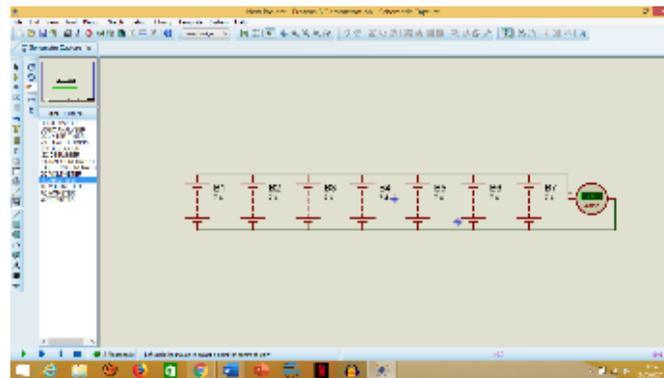
A continuación, se detalla la simulación realizada en el programa PROTEUS:

#### a) Voltaje.



*Figura 49.* Simulación circuito en paralelo

#### b) Amperaje.



*Figura 50:* Amperaje circuito en paralelo

### 3.8 Selección de conectividad entre Baterías

Para determinar la mejor opción de conectividad entre las celdas se realizaron varias pruebas de simulación en computadora, gracias a estos experimentos se concluyó que la mejor forma de realizar las conexiones es la del circuito en serie, ya que al realizar este enlace se obtuvo como resultado final la energía necesaria para el funcionamiento del motor eléctrico.

En la simulación se obtuvo un resultado de 51,8 voltios, ya que cada celda artificial entregaba un total de 7,4 voltios.

### 3.9 Conexión real de celdas para conformar una sola Batería

Habiendo obtenido un resultado satisfactorio en el simulador se conectaron todas las celdas para formar una sola batería, la cual será acoplada después en la fase de construcción.

Para conectar las celdas en serie se necesitan lo siguientes materiales

- Terminales tipo anillo
- Alambre

A continuación, se detallan los pasos para realizar la correcta conexión.

1. Cortamos una pequeña sección de alambre que provea comodidad al momento de conectar entre si las celdas.



*Figura 51.* Sección de alambre

- Después, colocamos un terminal en cada extremo del alambre.



**Figura 52.** Alambre con dos terminales

- Se dobla el alambre de tal forma que parezca una U.



**Figura 53.** Alambre en forma de U

- Observamos los polos negativos y positivos que se encuentran en los extremos de las celdas.
- Conectamos cada extremo como lo indicado en el simulador, es decir un borne negativo con un positivo, tomando en cuenta que el primer y último borne quedan libres de conexión y deben ser un borne positivo y un negativo.



**Figura 54.** Celdas conectadas en serie

6. Comprobamos la conexión con un multímetro.



*Figura 55.* Conexión de celdas

Se obtuvo como resultado real 53.6 voltios, ya que cada celda ocupada tenía una cantidad de electricidad de 7,6 voltios.

## CAPÍTULO IV

### FASE DE CONVERSIÓN

#### 4.1 Desmontaje de piezas

Para iniciar con la conversión de la motocicleta fue necesario desmontar casi todas las piezas de la misma, ya que iban a ser reemplazadas.

El desmontaje se realizó con las siguientes herramientas:

- Destornillador
- Desarmador
- Llaves 10, 12, 14, 17

Las piezas que fueron removidas son las siguientes:

- Tanque de combustible
- Batería de 12v
- Motor de combustión interna
- Plásticos laterales
- Llantas
- Barras de suspensión
- Amortiguadores
- Sistema eléctrico

A continuación, se detalla paso a paso con imágenes el proceso de desmontaje de las piezas de la motocicleta:



*Figura 56.* Estado inicial de la motocicleta

#### **4.1.1 Desmontaje del asiento y depósito de combustible**

Para desmontar el asiento y el tanque de gasolina fue necesario utilizar únicamente una llave 14, ya que tanto el asiento como el tanque tienen seguros que se acoplan al chasis de la motocicleta, así como también ocupan un solo perno que los sujeta al chasis.



*Figura 57.* Motocicleta sin tanque y sin cojín

#### 4.1.2 Desmontaje del motor, batería y plásticos laterales

Fue necesario utilizar una llave 12 para quitar los plásticos laterales, los cuales estaban sujetos por 2 pernos cada uno, estos plásticos no presentaban ningún acople extra al chasis además de los dos pernos.

El motor estaba sujeto al motor en tres puntos, lo cuales estaban sujetos firmemente al chasis, fue necesario desacoplar en primer lugar el carburador con la ayuda de una llave 12 y 14, después el tubo de escape usando únicamente una llave 14, posteriormente destapamos la tapa del lado izquierdo del motor para desacoplar la cadena del piñón, para finalmente desacoplar el motor de sus tres puntos de agarre.

El motor estaba acoplado al chasis con tres pernos y fue necesario utilizar una llave 17 para poder quitar el motor.

La batería estaba colocada en la parte posterior del motor y se utilizó una llave 12 para remover los dos cables de los bornes positivo y negativo. La batería estaba sujeta únicamente con una abrazadera a un tubo del chasis.



*Figura 58.* Motocicleta sin motor

### 4.1.3 Desmontaje de la llanta trasera

La llanta trasera es la encargada de recibir la energía que emite el motor gracias a la cadena, esta a su vez hace rotar a la llanta gracias a una catalina que gira mientras el motor también gire. Para desacoplar la llanta se usó una llave 14, ya que la llanta esta acoplada a la tijera en conjunto con los amortiguadores y tiene únicamente dos puntos de agarre con el chasis.



*Figura 59.* Motocicleta sin llanta trasera y sin motor

### 4.1.4 Desmontaje de la llanta delantera, manillar y sistema eléctrico.

Para finalizar el proceso fue necesario remover también la llanta delantera en conjunto con las barras de suspensión, para esto fue necesario utilizar una llave 12, ya que las barras estaban sujetas al chasis gracias a dos pernos cada una, basta con sacar dichos pernos y jalar con un poco de presión hacia abajo para que las barras se liberen del agarre del chasis, las barras de suspensión se soltaron en conjunto con la llanta.

El sistema eléctrico de la moto consta de las direccionales que fueron removidas con una llave 10 y un destornillador, ya que las 4 luces estaban acopladas únicamente con una tuerca y dos tornillos cada una, un pito colocado en la parte delantera de la motocicleta que estaba sujeto con

un único perno y este fue removido con una llave 14 y los faros delantero y trasero que estaban sujetos con dos pernos cada uno, se utilizó una llave 12 para desacoplar ambos faros.

Todos los cables de este sistema fueron removidos en su totalidad, ya que en el siguiente proceso se implementarán alambres nuevos.

El manillar estaba acoplado gracias a 4 pernos que fueron removidos con una llave 14.



*Figura 60.* Chasis de la motocicleta

## **4.2 Restauración de piezas**

El chasis y varias partes como los plásticos presentaban un alto grado de deterioro estético y suciedad, así que fue necesario revitalizar estos objetos limpiándolos y pintándolos nuevamente.

### **4.2.1 Limpieza del chasis**

El chasis se encontraba en excelente estado, pero con alto grado de suciedad y un visible desgaste de pintura.

Fue necesario utilizar gasolina y una brocha para quitar la suciedad y el aceite acumulado en las zonas bajas, así como también se utilizó detergente para eliminar manchas de grasa.



*Figura 61.* Limpieza del chasis

#### **4.2.2 Pintura del chasis**

Después de eliminar la suciedad y limpiar completamente el chasis se lo preparo para pintar toda su superficie, se utilizó únicamente pintura en aerosol para menorar costos.



*Figura 62.* Chasis pintado

#### **4.2.3 Limpieza de tanque y plásticos**

Para limpiar el tanque se utilizó agua con detergente y se dejó secar al sol por medio día.

A los plásticos en cambio se los limpió con una mezcla de gasolina y detergente para eliminar el aceite y manchas, se removió la suciedad con una brocha.



*Figura 63.* Limpieza de tanque y plásticos

#### **4.2.4 Aplicación de masilla**

El tanque, así como los plásticos presentaban hendiduras, por este motivo se aplicó masilla de poliéster para rellenar los espacios que presentaban deformidad.



*Figura 64.* Aplicación de masilla

#### **4.2.5 Pintura del tanque y plásticos**

Después de aplicar la masilla se lijo las imperfecciones y material restante, posteriormente se utilizó pintura en aerosol para darles una mejor apariencia estética.



*Figura 65.* Tanque y plásticos pintados

#### **4.2.6 Limpieza de barras de suspensión, aro delantero y manillar**

Estos objetos se limpiaron únicamente con agua y detergente, ya que no presentaban aceite ni deformidades.



*Figura 66.* Limpieza de aro y barras de suspensión

#### **4.2.7 Pintura del manillar y aro**

Para pintar el aro y el manillar se utilizó únicamente pintura de aerosol para amenorar gastos.



*Figura 67.* Pintura de manillar y aro

#### **4.3 Construcción del soporte para la Batería y Controlador**

Para construir los soportes fue necesario llevar el chasis de la motocicleta a una metalmecánica para usar los implementes necesarios tales como la soldadora y cierras, así como también se compró material metálico para obtener un soporte rígido.

La construcción del soporte se realizó de la siguiente forma:

1. Medir el área total de las celdas conectadas, 27,5cm de ancho por 14cm de largo
2. Después se seleccionó un ángulo de ½ pulgada metálico para elaborar la base del soporte
3. Inmediatamente se soldaron las 4 esquinas del soporte



**Figura 68.** Soldadura del soporte

4. Para finalizar se colocó en el soporte 4 orejeras para sujetarlas a los puntos de agarre del chasis en donde se encontraba antes el motor de combustión interna.



**Figura 69.** Sujeción del soporte al chasis

5. Posteriormente para el controlador se fijó el lugar en la parte trasera del chasis, donde se soldaron 4 orejeras con la finalidad de proporcionar al controlador un sitio con 4 puntos de fijación. El controlador tiene las siguientes medidas 12cm de ancho por 18cm de largo.



**Figura 70.** Fijación superior del controlador

#### 4.4 Acoplamiento del Motor Eléctrico

Como se sabe, el motor elegido para este proyecto es un motor BLDC de 48v de la marca QS Motor de origen chino, su característica principal es que los imanes permanentes se encuentran dentro de un círculo de aluminio el cual conforma a su vez el aro de la llanta, se podría decir que el motor de la motocicleta se encuentra en la llanta posterior.

Para poder encajar el motor en la tijera de la motocicleta fue necesario modificar una pequeña pieza del chasis ya que al introducir el eje del aro encajaba perfectamente pero no contaba con una sujeción segura a la tijera. Es así que se soldaron dos tuercas nro.20 a cada extremo de la parte posterior de la tijera para brindar sujeción a la llanta con el chasis.



*Figura 71.* Modificación de la tijera



*Figura 72.* Tuerca soldada en la tijera

Después de probar el correcto encaje del motor en el chasis se colocaron la llanta posterior y delantera de la moto de la siguiente forma

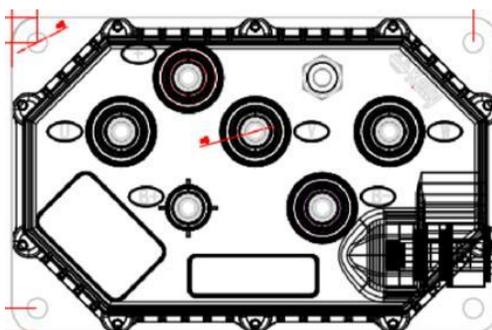


*Figura 73.* Chasis y llantas

#### 4.5 Conexión del Motor, Controlador y Acelerador

Para poder conectar estos tres implementos el fabricante proporciona un manual de usuario, en el cual se pueden observar todas las conexiones que se deben realizar para poner en marcha el motor eléctrico.

En primer lugar, debemos identificar y conectar los bornes positivos y negativos del controlador con la batería, iniciando así el proceso de conexión de las demás piezas.

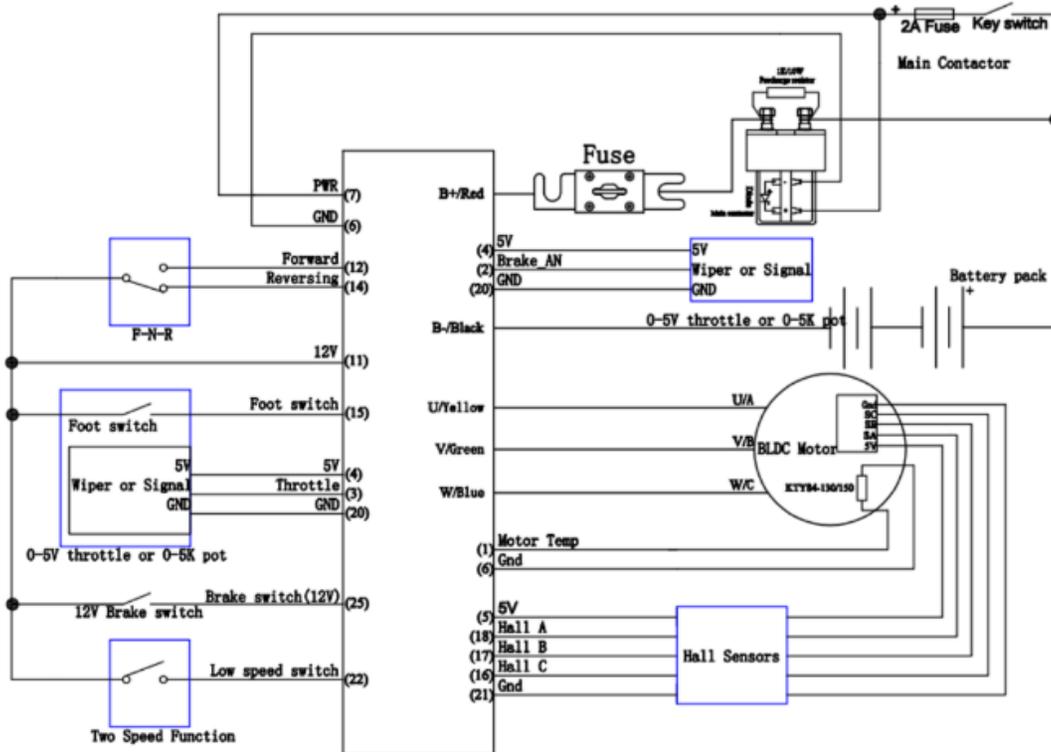


*Figura 74.* Controlador

Fuente: (Manual Kelly, 2019)

### 4.5.1 Conexión del motor al controlador

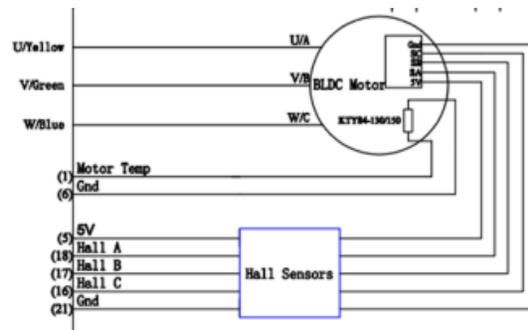
Para conectar el motor al controlador es necesario visualizar y comprender el diagrama que el fabricante proporciona y seguir paso a paso lo estipulado para una correcta conexión. El diagrama es el siguiente:



*Figura 75.* Diagrama del controlador

Fuente: (Manual Kelly, 2019)

Como se puede observar el motor se encuentra en el gráfico al lado derecho y tiene 3 salidas de cables de diferentes colores: amarillo, verde y azul además de poseer también una salida de sensor Hall



**Figura 76.** Motor y conectores

Fuente: (Manual Kelly, 2019)

El controlador tiene asignada una letra para cada color de cable proveniente del motor

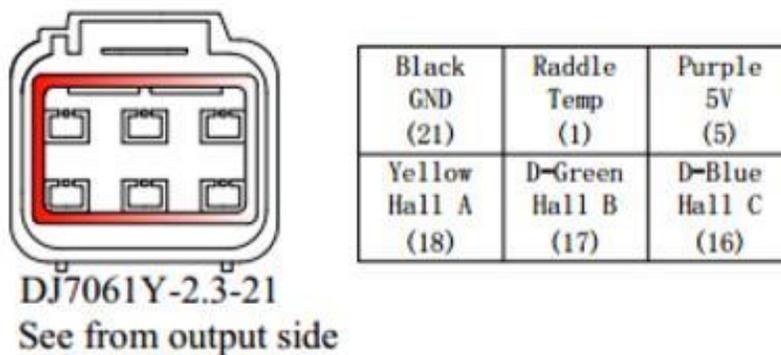
- U: color amarillo
- V: color verde
- W: azul

Después de identificar cada color de cable del motor y cada letra del controlador se conectan cuidadosamente.



**Figura 77.** Conexión de controlador y motor

Posteriormente identificamos también el conector del controlador que va acoplado con el sensor hall del motor, el motor tiene dos sensores Hall, pero el fabricante especifica que se puede conectar cualquiera de las dos salidas con el controlador.



**Figura 78.** Conector del sensor Hall

*Fuente: (Manual Kelly, 2019)*

Después de reconocer el conector del controlador conectamos el sensor del motor.



**Figura 79.** Conexión del sensor Hall

#### 4.5.2 Conexión del controlador con el acelerador

Al igual que con el motor se deben identificar en primer lugar los conectores que deben ir conectados con el acelerador.

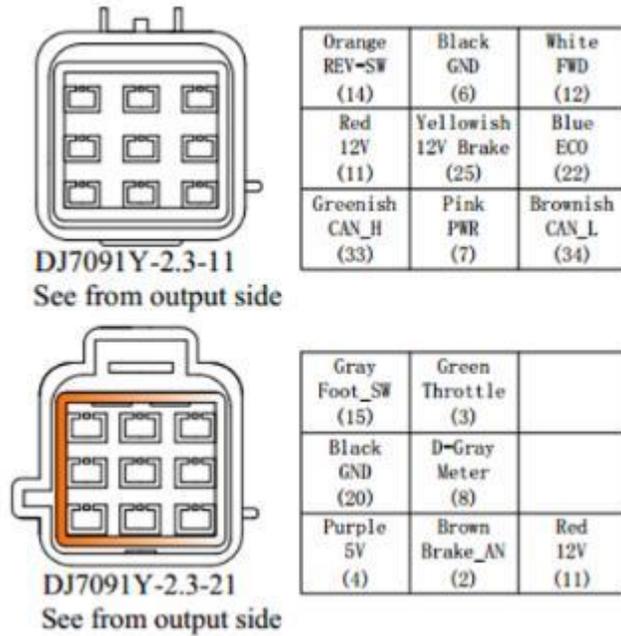


Figura 80. Conectores del controlador

Fuente: (Manual Kelly, 2019)

Posteriormente también reconocemos las líneas de conexión que tiene el acelerador electrónico.

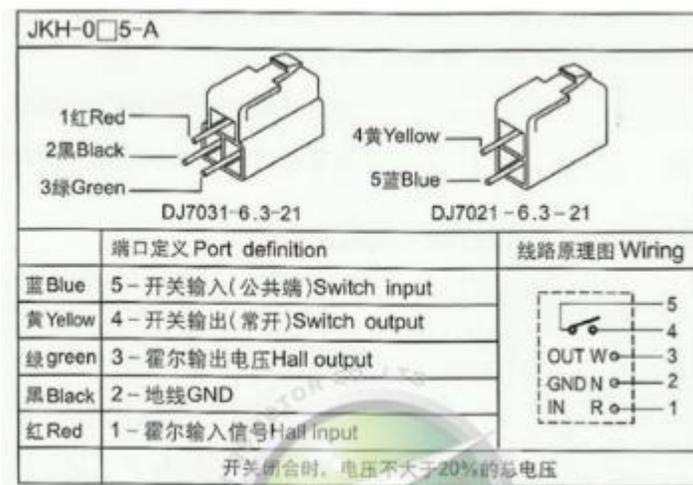


Figura 81. Líneas de conexión del acelerador

Fuente: (QS Motor, 2019)

Después de analizar cada manual y con la ayuda del diagrama se determinó que la manera de conectar el acelerador es la siguiente:

**Tabla 9.**

*Conexión controlador-acelerador*

Color cables de acelerador	Numeración cables controlador
Negro	20 (GND o masa)
Rojo	4 (alimentación 5v)
Verde	3 (entrada analógica del acelerador)
Azul	7 (alimentación del controlador)
Amarillo	B+ (polo positivo del controlador)

#### 4.6 Ángulo de Identificación

Para poner en marcha el motor se debe seguir las instrucciones del manual y este especifica que para que el controlador y el motor funcionen en conjunto se debe programar el controlador y hacer que este identifique el ángulo de funcionamiento del motor.

A continuación, se detallan los pasos para la identificación del ángulo:

1. Conectar el dispositivo USB con la computadora e iniciar el programa que proporciona el fabricante.
2. Al girar el acelerador el motor no funcionara y se debe verificar si en el ítem “Identification Angle” aparece la cifra 85

Battry Limit	20	MidSpeed Forw Speed	50
Identification Angle	85	MidSpeed Rev Speed	30
TPS Low Err	0	LowSpeed Forw	50
TPS High Err	95	LowSpeed Rev Speed	30
TPS Type	1	Three Speed	0
TPS Dead Low	20	PWM frequency	20

If read data is 85, the normal operation of the said. In 170, and then restart the identification of Angle sensor, after the success of the identification will be automatic normal operation. Range:85~170

Vehicle    **Motor**    Read

Control    Write

**Figura 82.** Programación del controlador

- Después de corroborar esta cifra se debe dar click en el ítem “Write” el cual nos permitirá cambiar la cifra y debemos escribir 170, en seguida dar click en el ítem “Read” para que el controlador lea la nueva cifra

Battry Limit	20	MidSpeed Forw Speed	50
Identification Angle	170	MidSpeed Rev Speed	30
TPS Low Err	0	LowSpeed Forw	50
TPS High Err	95	LowSpeed Rev Speed	30

**Figura 83.** Lectura de cifra en el programa

- Inmediatamente se debe apagar la fuente de alimentación y también cerrar el programa en la computadora.
- Se debe esperar aproximadamente de 2 a 3 minutos para encender la fuente de alimentación y correr nuevamente el programa, al realizar este procedimiento y encender nuevamente el motor, este intentara moverse por unos 2 o 3 minutos, esto es normal ya que está identificando el ángulo.

6. Al intentar identificar el ángulo el controlador encontrara un fallo de tipo 3-2 que determina un reseteo interno del mismo.

3,2	■■■■ ■■	reset interno	Puede ser causada por una condición de falla transitoria como una, voltaje de la batería momentáneamente alta o baja temporal sobre corriente. Esto puede suceder durante el funcionamiento normal.
-----	---------	---------------	---

**Figura 84.** Error 3-2 del controlador

Fuente: (Manual Kelly, 2019)

7. Posteriormente se debe apagar nuevamente la fuente de alimentación, así como también cerrar el programa, después de unos segundos se debe encender la fuente y correr el programa, el ángulo de identificación tendrá nuevamente la cifra 85 y funcionará correctamente.

#### **4.7 Programación de parámetros del Controlador**

El controlador KLS7230H es un dispositivo que permite al usuario determinar los parámetros de funcionamiento, gracias al software que el fabricante brinda a cada consumidor. Es de suma importancia dar prioridad a lo especificado en el manual, ya que a partir de este se pueden definir las especificaciones y funcionalidades del motor y controlador.

A continuación, se detallan los parámetros más importantes que pueden ser modificados:

**Tabla 10.***Parámetros configurables del controlador*

<b>Parámetro</b>	<b>Rango min/máx.</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Rango min/máx.</b>
Low volt	18-105 v	TPS type	1-2
Over volt	18-105 v	TPS dead low	5-40
Current percent	20-100	TPS dead high	60-95
Battery limit	20-100	Max output free	1000
Identification angle	85-170	Max speed	0-15000rpm
TPS low err	0-20	PWM frequency	10KHz-20KHz
TPS high err	80-100	Change direction	-

Fuente: (Manual Kelly, 2019)

#### 4.8 Programación de parámetros del Motor

Así como el controlador, el motor también tiene ciertas características configurables que pueden ser reemplazadas según las necesidades de cada proyecto.

A continuación, se detallan algunos de los parámetros configurables del motor:

**Tabla 11.***Parámetros configurables del motor*

<b>Parámetro</b>	<b>Rango min/máx.</b>
Motor poles	2-128
Speed sensor type	2-4
Resolver poles	2-32
Motor temp sensor	60-170

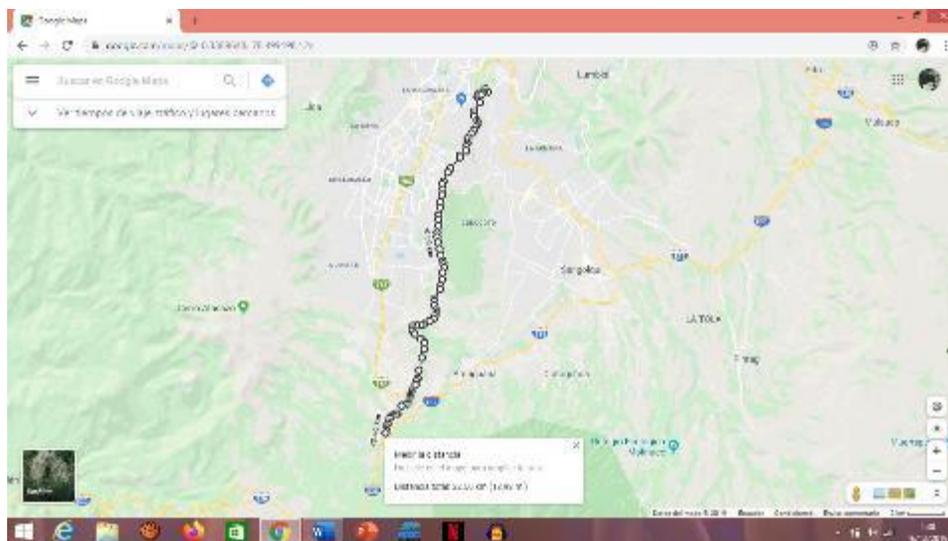
Fuente: (Manual Kelly, 2019)

#### 4.9 Pruebas de campo y autonomía

Para finalizar con el proyecto se realizaron pruebas en las cuales se obtuvieron los resultados de funcionamiento y autonomía de la motocicleta.

En la prueba se usaron las baterías cargadas al 100% y se tomó como punto de partida el sector de la Loma de Puengasí, específicamente en las calles Juan Bautista Aguirre y Francisco Olmos, para después tomar la Avenida Simón Bolívar rumbo sur, ya que es una vía extensa, perfecta para realizar la prueba. La prueba finalizaría cuando el controlador indicara el bajo voltaje de las baterías.

Después de circular por la avenida Simón Bolívar a una velocidad frecuente de 50 km/h y teniendo en cuenta que el mínimo voltaje de batería que el controlador acepta es 20v se determinó que la autonomía de la motocicleta es de 22,5 km, gastando aproximadamente 1,6v cada kilómetro recorrido.



**Figura 85.** Distancia recorrida

La autonomía dependerá también de factores externos, físicos y de la persona que conduzca la motocicleta, por ejemplo; no es lo mismo conducir en tráfico y en una carretera, ya que en la

ciudad existen muchos semáforos y las constantes frenadas y arrancadas consumen mayor voltaje, así como también la motocicleta consumirá más energía si la persona quien la conduce tenga un peso considerable.

#### **4.10 Velocidad máxima**

El fabricante especifica una velocidad máxima de 70km/h, pero en la prueba realizada se alcanzó una velocidad máxima de 64km/h con un conductor de 75kg.

## Conclusiones

- El mayor problema para realizar una conversión es que en Ecuador aún no existen los implementos necesarios para realizar este tipo de proyectos y es costoso exportarlos de otros países.
- Las celdas fueron fáciles de conseguir, pero al igual que el motor y el controlador el precio juega un papel fundamental, ya que también tienen un costo elevado.
- Es un desafío enorme para las compañías productoras de vehículos eléctricos competir con vehículos tradicionales, ya que todavía no se ha conseguido igualar y peor aún mejorar los niveles de autonomía de los vehículos eléctricos en comparación con los vehículos de motor de combustión interna.
- Al utilizar un vehículo eléctrico se eliminan gastos como los de mantenimiento preventivo y correctivo que se realizan en automotores de combustión interna, eliminación de refacciones mecánicas, aceite y gasolina, así como también la supresión de emisiones tóxicas al medio ambiente y en ciertos países también se exoneran de impuestos a este tipo de vehículos.
- Este tipo de motocicletas son ideales para viajar en la ciudad en distancias medianas y cortas porque facilita la movilidad y economía de quien la utiliza

## Recomendaciones

- Incentivar a las personas a utilizar este tipo de automotores mediante la creación de campañas publicitarias que denoten todos los beneficios económicos y ecológicos que presentan los vehículos eléctricos.
- Proponer a entes de gobierno que se libere de impuestos a artículos de esta índole, para que de esta manera muchas más personas puedan realizar proyectos similares con mayor facilidad.
- Realizar investigaciones que permitan mejorar la autonomía de las baterías, ya que este es el mayor inconveniente que presentan los vehículos eléctricos en comparación con los vehículos de combustión interna.
- Promover en municipios de las grandes ciudades del Ecuador la implementación de sistemas de movilidad amigables con el medio ambiente.
- Incentivar a las universidades públicas y privadas a realizar talleres para la comunidad en donde se expliquen los beneficios de utilizar este tipo de vehículos, así como también realizar talleres explicativos en donde la gente pueda acceder a capacitarse para llevar a cabo proyectos como este.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEADE. (2011). AEADE. Recuperado el 28 de 10 de 2019, de <https://www.aeade.net/la-venta-de-autos-hibridos-y-electricos-crecio-en-2017/>
- AliExpress. (2017). Recuperado el 22 de 10 de 2019, de [https://es.aliexpress.com/i/32964572250.html?ws\\_ab\\_test=searchweb0\\_0,searchweb201602\\_0,searchweb201603\\_0,ppcSwitch\\_0&algo\\_pvid=aeff2ab7-3733-42dc-b494-e284b95ec313&algo\\_expid=aeff2ab7-3733-42dc-b494-e284b95ec313-46](https://es.aliexpress.com/i/32964572250.html?ws_ab_test=searchweb0_0,searchweb201602_0,searchweb201603_0,ppcSwitch_0&algo_pvid=aeff2ab7-3733-42dc-b494-e284b95ec313&algo_expid=aeff2ab7-3733-42dc-b494-e284b95ec313-46)
- AliExpress. (2019). Recuperado el 22 de 10 de 2019, de [https://es.aliexpress.com/item/4000137235096.html?spm=a2g0o.detail.1000013.13.788b1109oz6hHL&gps-id=pcDetailBottomMoreThisSeller&scm=1007.13339.146401.0&scm\\_id=1007.13339.146401.0&scm-url=1007.13339.146401.0&pvid=f8289dc8-4ba1-4864-b393-3adb4d8db25a](https://es.aliexpress.com/item/4000137235096.html?spm=a2g0o.detail.1000013.13.788b1109oz6hHL&gps-id=pcDetailBottomMoreThisSeller&scm=1007.13339.146401.0&scm_id=1007.13339.146401.0&scm-url=1007.13339.146401.0&pvid=f8289dc8-4ba1-4864-b393-3adb4d8db25a)
- Análisis Globales. (s.f.). Recuperado el 10 de 09 de 2019, de <https://informacionverdad.blogspot.com/2019/09/impuestos.html>
- Andrino, J. (s.f.). Mecánica y Entretenimiento. Recuperado el 12 de 05 de 2016, de [www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/XIX-curso-de-profesores/Mecanica-y-entretenimiento-simple-del-automovil.pdf](http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/formacion-vial/cursos-para-profesores-y-directores-de-autoescuelas/XIX-curso-de-profesores/Mecanica-y-entretenimiento-simple-del-automovil.pdf)
- Aprenda Ingeniería. (2013). Aprenda Ingeniería. Recuperado el 23 de 10 de 2019, de <https://www.youtube.com/watch?v=OITDyL6ZPOY>
- Arias, C. (Ed.). (s.f.). Recuperado el 17 de 09 de 2019, de Beneficios de la motocicleta eléctrica: <http://verardimotoselectricas.cl/blog/beneficios-de-la-motocicleta-electrica-b10.html>
- Arias, P. (1952). Manual de Automóviles. Madrid: Dossat.
- Arreaza, P. (05 de 10 de 2019). Arrancador en estado sólido. Recuperado el 22 de 10 de 2019 de, <https://es.slideshare.net/PedroLuisArreazaAldana/arrancador-en-estado-solido>
- Baer, A. (s.f.). Motor de explosión de 4 tiempos. Recuperado el 06 de 10 de 2017, de <https://espaciocoches.com/motor-de-explosion-de-4-tiempos/>
- Battery Solutions. (s.f.). Battery Solutions. Recuperado el 20 de 10 de 2019, de <https://www.batterysolutions.com/>
- Beelectric. (s.f.). Recuperado el 12 de 05 de 2019, de [beelectric.co/super-socots1200.html](http://beelectric.co/super-socots1200.html)
- Bosh Auto Parts. (2019). Bosh Auto Parts. Recuperado el 24 de 10 de 2019, de <https://spanish.alibaba.com/g/bosch-24v-battery.html>

- Cabrera, S. (2012). En S. Cabrera. México, D.F.: Paraninfo.
- Carrasco, I. (2009). Baterías de litio . Buenos Aires.
- Castells, J. (s.f.). Híbridos y Eléctricos. Recuperado el 09 de 07 de 2018, de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/mercado/honda-confirma-salida-produccion-pcx-hybrid-primer-scooter-hibrido/20180709142540020356.html>
- Castro, A. (s.f.). Motores Eléctricos. Recuperado el 12 de 02 de 2019, de <https://prezi.com/p/xebvxwbogxw5/motores-electricos/>
- CENAM. (2019). CENAM. Recuperado el 27 de 10 de 2019, de [www.cenam.mx/publicaciones/cdensidad.aspx](http://www.cenam.mx/publicaciones/cdensidad.aspx)
- Corp, H. M. (2012). Recuperado el 20 de 09 de 2019, de <https://www.heromotocorp.com/sp-ec/the-moto/dash-110cc-scooter-89.html>
- Dolores. (11 de 03 de 2016). Historia y evolución de la moto. Recuperado el 27 de 10 de 2019, de <https://nanotecnologiananotechnology.blogspot.com/2016/03/historia-y-evolucion-de-la-moto.html>
- Dolores, X. (s.f.). Modelado de elementos mecánicos. Recuperado el 15 de 05 de 2013, de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12635/1936%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Drive, O. (2018). Recuperado el 23 de 09 de 2019, de <https://www.motofichas.com/marcas/honda/gl-1800-gold-wing-2018>
- Ehsani, G. G. (2004). Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. New York: CRC PRESS.
- Electricidad y Automatismos. (2018). Electricidad y Automatismos. Recuperado el 22 de 10 de 2019, de [https://www.academia.edu/26335409/Automatismos\\_el%C3%A9ctricos\\_industriales-1\\_AUTOMATISMOS\\_CABLEADOS](https://www.academia.edu/26335409/Automatismos_el%C3%A9ctricos_industriales-1_AUTOMATISMOS_CABLEADOS)
- Electromaps. (2015). Electromaps. Recuperado el 25 de 10 de 2019, de <https://www.electromaps.com/articulo/baterias-de-aluminio-aire-que-se-recargan-con-agua>
- Electromotos. (s.f.). Recuperado el 12 de 06 de 2019, de <https://www.electromotos.net/marcas/energica/ego/>
- Electromovilidad. (2017). Recuperado el 12 de 10 de 2019, de [electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/](http://electromovilidad.net/tipos-de-bateria-para-coche-electrico/)
- Enérgica Motor. (2019). Recuperado el 22 de 10 de 2019, de <https://www.energicamotor.com/es/moto-electrica-energica-ego/>

- Faletti, E. (2019). Motores Brushless. Recuperado el 01 de 10 de 2019, de <https://es.slideshare.net/edfaletti/motores-brushless-lic-prof-edgardo-faletti>
- Farnell. (2019). Farnell. Recuperado el 25 de 10 de 2019, de <https://es.farnell.com/c/pilas-baterias-cargadores/recargables?tecnologia-de-la-bateria=niquel-e-hidruro-metalico>
- Garcia, J. (2019). Control de Motores Eléctricos. México, D.F.: Limusa.
- Giga, M. (2013). Recuperado el 25 de 09 de 2019, de <https://motorgiga.com/>
- Global Sources. (2019). Global Sources. Recuperado el 25 de 10 de 2019, de <https://spanish.globalsources.com/gsol/I/Lithium-polymer-battery/p/sm/1162142591.htm#1162142591>
- Gómez, S. (2018). Recuperado el 12 de 06 de 2017, de Diseño de un motor de flujo axial: [bibing.us.es/proyectos/abreproy/91150/fichero/TFG+Auxiliadora+Simón+Gómez.pdf](http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91150/fichero/TFG+Auxiliadora+Simón+Gómez.pdf)
- Guillén, J. (s.f.). Sustentabilidad y petróleo. Recuperado el 10 de 09 de 2019, de [http://www.spentamexico.org/v12-n3/A5.12\(3\)42-64.pdf](http://www.spentamexico.org/v12-n3/A5.12(3)42-64.pdf)
- Gúzman, W. (2011). Baterías de plomo. Recuperado el 15 de 10 de 2019, de [wilfridog.blogspot.com/2011/08/mantenimiento-y-manejo-de-las-baterias.html](http://wilfridog.blogspot.com/2011/08/mantenimiento-y-manejo-de-las-baterias.html)
- Harley Davidson. (2018). Recuperado el 22 de 10 de 2019, de <https://www.harley-davidson.com/es/es/motorcycles/livewire.html>
- Hernández, M. (2012). Instalaciones Eléctricas Básicas. España: Paraninfo.
- HONDA, M. d. (1996). Recuperado el 20 de 09 de 2019, de [motos.honda.es/manuales/](http://motos.honda.es/manuales/)
- Industronic. (2019). Industronic. Recuperado el 25 de 10 de 2019, de <https://grupointdustronic.com/baterias-ups-niquel-cadmio/>
- Interempresas. (2010). Recuperado el 24 de 10 de 2019, de [www.interempresas.net/Electricidad/FeriaVirtual/Producto-Motores-de-iman-permanentes-Weg-2177-130489.html](http://www.interempresas.net/Electricidad/FeriaVirtual/Producto-Motores-de-iman-permanentes-Weg-2177-130489.html)
- Kelly Controller. (2019). Recuperado el 27 de 10 de 2019, de Kelly Controller. Zhejiang
- Kirtley, J. (2000). Manual del Motor Eléctrico. México D.F.: McGraw-Hill.
- Larminie, L. (2003). Electric Vehicle Technology Explained. México D.F.: John Wiley & Sons Ltd.
- Las baterías de coches eléctricos. (s.f.). Recuperado el 15 de 10 de 2019, de <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Buscan-reutilizar-las-baterias-de-coches-electricos-como-acumuladores-de-renovables>
- Magnax Company. (2017). Magnax Company. Recuperado el 23 de 10 de 2019, de <https://www.autonocion.com/magnax-motor-electrico-flujo-axial/>

- Mantuano, D. (s.f.). Recuperado el 08 de 02 de 2018, de Motor de corriente continua: <https://github.com/labtecnologiascreativas/caja-herramientas/wiki/Motor-de-corriente-continua>
- Manual del ingeniero mecánico. (2017). Washington D.C.: McGraw Hill.
- Manual del motor eléctrico. (2000). Manual de motor eléctrico. Recuperado el 22 de 10 de 2019, de <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>
- Márquez. (2006). ¿Qué es un Tractor? Madrid: Sesquicentenario Ingenieros Agrónomos.
- Martín, J. (03 de Agosto de 2017). La motocicleta 150 años de historia. Recuperado el 22 de 10 de 2019 de, [miraquemotos.com/la-motocicleta-150-anos-de-historia/](https://miraquemotos.com/la-motocicleta-150-anos-de-historia/)
- Mecum Auctions. (2013). Recuperado el 24 de 09 de 2019, de <https://www.harley-davidson.com/la/es/motorcycles/2019/softail/fat-boy.html>
- Mena. (s.f.). Como funciona. Recuperado el 12 de 10 de 2019, de <https://comofunciona.co/un-motor-de-2-tiempos/>
- MMT Seguros. (s.f.). Tipo de motos. Recuperado el 04 de 04 de 2016, de <https://ww2.mmtseguros.es/blog/disfrutar-de-las-motos-con-toda-seguridad/tipos-de-motos>
- Motofichas. (2014). Recuperado el 22 de 09 de 2019, de <https://www.motofichas.com/>
- Motolandia. (2018). Recuperado el 26 de 09 de 2019, de <https://motolandia.com.ar/>
- Motors, R. (s.f.). Recuperado el 10 de 09 de 2019, de [https://www.google.es/search?biw=1536&bih=751&tbm=isch&sa=1&ei=GVrxXcC-GdLz5gKFj6PIAg&q=howard+roper&oq=howard+r&gs\\_l=img.3.1.0110.19439.22440..25169...1.0..0.255.1579.1j9j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i67.WgUNXRF5s\\_Q#imgrc=MgOOn8tlUb4nRM:](https://www.google.es/search?biw=1536&bih=751&tbm=isch&sa=1&ei=GVrxXcC-GdLz5gKFj6PIAg&q=howard+roper&oq=howard+r&gs_l=img.3.1.0110.19439.22440..25169...1.0..0.255.1579.1j9j1.....0....1..gws-wiz-img.....0i67.WgUNXRF5s_Q#imgrc=MgOOn8tlUb4nRM:)
- Moya, J. (2013). Tecnologías, redes y servicios. Madrid: Ediciones de la U.
- Muñoz, E. (2006). Pequeños Motores Eléctricos. Barcelona: Montesó.
- Museum Autovisión. (2019). Museum Autovision. Recuperado el 25 de 10 de 2019, de <https://www.elektronikpraxis.vogel.de/memory-effekt-nun-auch-bei-lithium-ionen-akkus-nachgewiesen-a-401894/>
- NSU-Museum, D. Z.-u. (s.f.). Recuperado el 11 de 10 de 2019, de <https://www.cookingideas.es/primera-moto-20110830.html>
- QS Motor. (2019). QS Motor. Recuperado el 27 de 10 de 2019, de [es.qs-motor.com/](https://es.qs-motor.com/)
- Ramírez. (1981). México D.F.: Fomento.
- Robbins, A. (2008). Análisis de Circuitos . México D.F.: Learning.

- Sandoval, M. (s.f.). Controlador de un vehículo eléctrico. Recuperado el 12 de 10 de 2019, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9361/1/P18.pdf>
- SCRIBD. (2011). Tabla de Conversión Grados Porcentaje Pendientes. Recuperado el 27 de 10 de 2019, de <https://es.scribd.com/doc/76692524/Tabla-de-Conversion-Grados-Porcentaje-Pendientes>
- Segura, A. (2019). Recuperado el 16 de 09 de 2019, de [https://www.google.es/search?q=Derbi+Variant+de+45cc.&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiZpq\\_twa7mAhUNyFkKHc2ABaUQ\\_AUoAXoECAsQAw&biw=1536&bih=751#imgrc=4AiBLgF5-rGb7M:](https://www.google.es/search?q=Derbi+Variant+de+45cc.&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiZpq_twa7mAhUNyFkKHc2ABaUQ_AUoAXoECAsQAw&biw=1536&bih=751#imgrc=4AiBLgF5-rGb7M:)
- Servicing Honda Motor Cycles. (1974). Servicing Honda Motor Cycles XL 175. En S. H. Cycles. Sydney: Tractor and Mechanical publications.
- The Engineering ToolBox. (2004). Recuperado el 27 de 10 de 2019, de [https://www.engineeringtoolbox.com/drag-coefficient-d\\_627.html](https://www.engineeringtoolbox.com/drag-coefficient-d_627.html)
- Tirado, S. (2019). Motores Eléctricos. Bogotá: Santa fe.
- Toyota Motor Corporation. (2004). En MANUAL DE DESGUASE DE LA BATERIA DEL HV. Bogotá
- Transporte Eléctrico. (2013). Recuperado el 26 de 10 de 2019, de <https://transporteelectrico.blogspot.com/2013/09/las-baterias-de-zinc-aire.html>
- Trashorras, J. (2016). Sistemas eléctricos en centrales. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Vandelvira. (2011). Motores de corriente alterna. México D.F.: Garrigos.
- Vanguardia. (2018). Recuperado el 22 de 01 de 2018, de <https://vanguardia.com.mx/articulo/comprarias-una-motocicleta-electrica-quea-sus-ventajas>

# ANEXOS



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

## DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

### CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

#### CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor **Calupiña Trávez, Juan Diego**

En la ciudad de Latacunga, a 10 de febrero de 2020

Aprobado por:

