



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TREN MOTRIZ  
ELÉCTRICO EFICIENTE PARA UN DRIFT TRIKE”**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar por al grado académico de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTORES:**

**DOMINIC SEBASTIAN TORRES LLERENA**

**ERICK GABRIEL HUACHO ITURRALDE**

Riobamba – Ecuador

2021



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTA DE MECÁNICA**

### **CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

#### **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TREN MOTRIZ ELÉCTRICO EFICIENTE PARA UN DRIFT TRIKE”**

##### **Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar por al grado académico de:

##### **INGENIERO AUTOMOTRIZ**

##### **AUTORES:**

**DOMINIC SEBASTIAN TORRES LLERENA**

**ERICK GABRIEL HUACHO ITURRALDE**

**DIRECTOR:** Ing. JAVIER JOSE GAVILANES CARRION

Riobamba – Ecuador

2021

**©2021, Dominic Sebastián Torres LLerena & Erick Gabriel Huacho Iturralde**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, DOMINIC SEBASTIAN TORRES LLERENA y ERICK GABRIEL HUACHO ITURRALDE, declaramos que el presente trabajo de integración curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 8 de septiembre de 2021

**Dominic Sebastián Torres Llerena**

**1804449849**

**Erick Gabriel Huacho Iturralde**

**060514215-7**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto técnico, **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TREN MOTRIZ ELÉCTRICO EFICIENTE PARA UN DRIFT TRIKE**, realizado por los señores: **DOMINIC SEBASTIAN TORRES LLERENA y ERICK GABRIEL HUACHO ITURRALDE** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. José Pérez Fiallos <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-09-08
Ing. Javier José Gavilanes Carrión <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2021-09-08
Ing. Johnny Marcelo Pancha Ramos <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-09-08

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien ha sido mi guía, fortaleza y protector, al pasar todo este tiempo siempre estuvo conmigo hasta el día de hoy. A mis padres Guido y Susana, quienes con su amor, enseñanzas, leyes, comprensión y esfuerzo supieron educarme como persona de bien y en esta etapa profesional, son el mejor ejemplo de amor y sacrificio que tengo en mi vida. A mis hermanos Justine y Rafael, por su cariño y apoyo en todo momento, su gran ejemplo como personas y excelentes profesionales me han motivado a culminar esta etapa de mi vida. A mi novia Erika, por su amor, consejos, compañía, apoyo y siempre estar a mi lado en toda mi etapa universitaria.

*Dominic*

Este proyecto de investigación va dedicado a mis queridos padres: Ing. Roberto Huacho Guamán y Abg. Reina Elizabeth Iturralde Cabrera, quienes han sido mi fuente de apoyo incondicional, además me han ayudado a crecer como persona y como profesional., inculcándome buenos valores, como el amor por la familia y la educación, lo que me ha permitido superarme diariamente para lograr mis metas. A mi hermana Roberta Carolina Huacho Iturralde y a mi tía Lorena Iturralde Alvarado que gracias a sus consejos, compañía y sabiduría hemos crecido juntos como familia.

*Erick*

## **AGRADECIMIENTO**

En el presente trabajo quisiera agradecer a Dios y a mis Padres por permitirme culminar mi vida universitaria con éxito. A la Escuela Politécnica Superior de Chimborazo por darme la oportunidad de ser parte de tan grande universidad y ser un profesional. Además, agradecer a todos mis docentes de mi querida carrera Automotriz, en especial a ciertos docentes que comparten la cátedra de mejor manera: Ing. Jhonny Pancha, Ing. Vicente Romero, Ing. Jorge Nejer. Y a todos mis familiares y amigos que en el trascurso de este tiempo supieron apoyarme y darme un consejo.

*Dominic*

Al acercarse la culminación de mi carrera ingeniería Automotriz, quiero agradecer primero a nuestro Dios todo poderoso por haberme permitido culminar esta etapa junto a mis padres con vida principalmente, en estos tiempos de pandemia tan difíciles en los que aun vivimos, y hemos perdido mucha gente, nuestros amigos, vecinos y familiares. Agradecer a la ESPOCH “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo” por abrirme las puertas de este prestigioso centro de estudios, y por haberme permitido ser parte de tan prestigiosa institución del centro del país. Agradezco a todos los docentes de la carrera ingeniería automotriz por haber transmitido sus sabias enseñanzas, sus conocimientos científicos y empíricos, sus experiencias y anécdotas que fueron parte del inter aprendizaje en nuestras maravillosas aulas, conocimientos estos que han llegado a ser parte de nuestra formación profesional. A mis compañeros y amigos que día a día compartimos en las bellas aulas, les agradezco porque llegaron a ser parte de mi vida, seguro los llevaré en mis mejores recuerdos.

*Erick*

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
SUMMARY.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo General</i> .....	4
1.4.1. <i>Objetivos Específicos</i> .....	4
1.5. Consideraciones Técnicas y Tecnológicas.....	4
1.5.1. <i>Motor eléctrico:</i> .....	5
1.5.2. <i>Baterías de litio:</i> .....	5
1.5.3. <i>Controlador electrónico (BMS):</i> .....	5
1.5.4. <i>Acelerador:</i> .....	5
1.5.5. <i>Prototipo de un Drift:</i> .....	5
1.5.6. <i>Sistema de adquisición de datos:</i> .....	5

### CAPITULO II

<b>2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....</b>	<b>6</b>
2.1. Marco Teórico.....	6
2.1.1. <i>Drift trike</i> .....	6
2.1.2. <i>Fabricantes de Drift trike</i> .....	6
2.1.3. <i>Reglamento técnico Drift Trike 2014</i> .....	8
2.1.4. <i>Modalidades y estilos</i> .....	10
2.1.5. <i>Motores de corriente continua</i> .....	10



2.1.6.	<i>Motores de corriente continua o directa (DC) con escobillas</i>	11
2.1.7.	<i>Motores de corriente continua o directa (DC) sin escobillas</i>	13
2.1.8.	<i>Tipos de Baterías</i>	15
2.1.8.1	<i>Batería de Plomo Ácido</i>	15
2.1.8.2	<i>Baterías de Níquel e Hidruro Metálico</i>	16
2.1.9.	<i>Autonomía</i>	18
2.1.10.	<i>Efecto memoria</i>	18
2.1.11.	<i>Vida útil</i>	19
2.1.12.	<i>Controlador</i>	19
2.1.12.1	<i>Conmutación Trapezoidal</i>	19
2.1.12.2	<i>Conmutación Sinusoidal</i>	21
2.1.12.3	<i>Control Vectorial – Field Oriented Control (FOC)</i>	23
2.1.13.	<i>Control FOC</i>	23
2.1.14.	<i>Vector espacial y proyección</i>	23
2.1.15.	<i>Lógica de control</i>	24
2.1.16.	<i>Monitor de Baterías de RV</i>	24

### CAPITULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	26
3.1.	<b>Procedimiento de diseño</b>	26
3.2.	<b>Reconocimiento de las necesidades</b>	27
3.3.	<b>Equipos</b>	27
3.4.	<b>Establecer parámetros de diseño para un Drift trike</b>	27
3.5.	<b>Conceptualización</b>	27
3.6.	<b>Diseño en SolidWorks</b>	27
3.6.1.	<i>Ensamblaje en 3D</i>	28
3.6.2.	<i>Planos de construcción</i>	28
3.7.	<b>Análisis estructural</b>	28
3.7.1.	<i>Análisis de los parámetros de diseño del eje posterior</i>	28
3.7.2.	<i>Análisis de los parámetros de diseño del cuadro</i>	31
3.8.	<b>Análisis comparativo de selección</b>	33
3.8.1.	<i>Parámetros de selección de un motor eléctrico CC</i>	33
3.8.2.	<i>Matriz de selección de un motor eléctrico</i>	34
3.8.3.	<i>Parámetros de selección del sistema de control eléctrico</i>	35
3.8.4.	<i>Matriz de selección del sistema de control eléctrico</i>	36

3.8.5.	<i>Dimensionamiento de baterías</i> .....	37
3.8.6.	<i>Parámetros de selección de baterías</i> .....	37
3.8.7.	<i>Matriz de selección de baterías</i> .....	38
3.8.8.	<i>Selección de un monitor RV</i> .....	39
3.8.9.	<i>Matriz de selección del monitor RV</i> .....	40
3.9.	<b>Planificación o cronograma de actividades</b> .....	41
3.10.	<b>Recursos en la adquisición de equipos</b> .....	41

## CAPITULO IV

4.	<b>RESULTADOS</b> .....	43
4.1.	<b>Resultados de elección</b> .....	43
4.1.1.	<i>Motor:</i> .....	43
4.1.2.	<i>Controlador</i> .....	44
4.1.3.	<i>Baterías</i> .....	46
4.1.4.	<i>Monitor RV</i> .....	47
4.2.	<b>Proceso de construcción e implementación</b> .....	48
4.2.1.	<i>Adquisición de materiales</i> .....	49
4.2.2.	<i>Corte y doblado de las partes del drift trike.</i> .....	50
4.2.3.	<i>Soldadura de las partes del drift trike</i> .....	50
4.2.4.	<i>Taladros y pulidos en la estructura</i> .....	51
4.2.5.	<i>Pintado de la estructura</i> .....	51
4.2.6.	<i>Montaje de sistemas mecánicos y ruedas</i> .....	52
4.2.7.	<i>Montaje de los sistemas de dirección y frenos</i> .....	52
4.2.8.	<i>Montaje del sistema eléctrico.</i> .....	53
4.3.	<b>Estrategia de conducción</b> .....	54
4.3.1.	<i>Evaluación de equipos y estrategias</i> .....	54
4.3.2.	<i>Prueba N° 1: Pista A, estrategia 1</i> .....	55
4.3.3.	<i>Prueba N° 2: Pista A, estrategia 2</i> .....	58
4.3.4.	<i>Prueba N° 3: Pista B, estrategia 1</i> .....	61
4.3.5.	<i>Prueba N° 4: Pista B, estrategia 2</i> .....	64
4.4.	<b>Análisis de resultados</b> .....	67
4.5.	<b>Determinación de resultados</b> .....	68
4.5.1.	<i>Pista A:</i> .....	68
4.5.2.	<i>Pista B:</i> .....	69
4.6.	<b>Resultados obtenidos</b> .....	70

<b>CONCLUSIONES</b> .....	71
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	73
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Modelos de “electric drift trike” de diferentes fabricantes.....	7
<b>Tabla 2-2:</b> Consideraciones al calcular autonomía del drift trike .....	18
<b>Tabla 1-3:</b> Análisis estático eje posterior.....	30
<b>Tabla 2-3:</b> Análisis estático estructural del cuadro .....	32
<b>Tabla 3-3:</b> Escala de evaluación.....	33
<b>Tabla 4-3:</b> Marcas de motor eléctrico .....	34
<b>Tabla 5-3:</b> Criterios de selección .....	34
<b>Tabla 6-3:</b> Escala de evaluación.....	35
<b>Tabla 7-3:</b> Criterio de Evaluación.....	35
<b>Tabla 8-3:</b> Características de los controladores .....	36
<b>Tabla 9-3:</b> Criterios de selección y escala de evaluación.....	36
<b>Tabla 10-3:</b> Criterio de Evaluación.....	37
<b>Tabla 11-3:</b> Tipos de baterías eléctricas.....	38
<b>Tabla 12-3:</b> Factores de selección de baterías y escala de evaluación.....	38
<b>Tabla 13-3:</b> Criterio de evaluación.....	39
<b>Tabla 14-3:</b> Tipos de monitores .....	39
<b>Tabla 15-3:</b> Factores de selección y escala de evaluación .....	40
<b>Tabla 16-3:</b> Selección de monitores.....	40
<b>Tabla 17-3:</b> Cronograma de actividades .....	41
<b>Tabla 18-3:</b> Tabla de gastos .....	41
<b>Tabla 1-4:</b> Motor seleccionado .....	44
<b>Tabla 2-4:</b> Controlador seleccionado .....	45
<b>Tabla 3-4:</b> Batería seleccionada .....	47
<b>Tabla 4-4:</b> Monitor seleccionado .....	48
<b>Tabla 5-4:</b> Materiales .....	49
<b>Tabla 6-4:</b> Maquinaria y herramientas .....	50
<b>Tabla 7-4:</b> Aceleración total.....	54
<b>Tabla 8-4:</b> Aceleración lenta .....	55
<b>Tabla 9-4:</b> Prueba n. 1 .....	55
<b>Tabla 10-4:</b> Consumo calculado .....	56

<b>Tabla 11-4:</b> Consumo obtenido.....	57
<b>Tabla 12-4:</b> Prueba N° 2: Pista A, estrategia 2 .....	59
<b>Tabla 13-4:</b> Consumo calculado .....	59
<b>Tabla 14-4:</b> Consumo obtenido.....	60
<b>Tabla 15-4:</b> Prueba N° 3: Pista B, estrategia 1.....	62
<b>Tabla 16-4:</b> Consumo calculado .....	62
<b>Tabla 17-4:</b> Consumo obtenido.....	63
<b>Tabla 18-4:</b> Prueba N° 4: Pista B, estrategia 2.....	65
<b>Tabla 19-4:</b> Consumo calculado .....	65
<b>Tabla 20-4:</b> Consumo obtenido.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b> Competencia de Drift Trike en Colombia.....	6
<b>Figura 2-2:</b> Fuerza producida dentro de un campo magnético.....	11
<b>Figura 3-2:</b> Campos magnéticos .....	11
<b>Figura 4-2:</b> Rotor (Inducido).....	12
<b>Figura 5-2:</b> Estator (Inductor) .....	12
<b>Figura 6-2:</b> Motor de corriente continua.....	13
<b>Figura 7-2:</b> Estator de un motor BLDC .....	13
<b>Figura 8-2:</b> Estator (izquierda), rotor(derecha).....	14
<b>Figura 9-2:</b> Posicionamiento de sensores HALL en un motor BLDC .....	14
<b>Figura 10-2:</b> Esquema de un motor BLDC .....	15
<b>Figura 11-2:</b> Secuencia de alimentación de la bobina para una revolución eléctrica de un motor BLDC.....	15
<b>Figura 12-2:</b> Partes de una batería .....	16
<b>Figura 13-2:</b> Disección de la batería Ni-MH .....	17
<b>Figura 14-2:</b> Baterías Li-Ion .....	18
<b>Figura 15-2:</b> Conmutación Trapezoidal.....	20
<b>Figura 16-2:</b> Vectores de corriente: conmutación Trapezoidal.....	20
<b>Figura 17-2:</b> Fases del control Trapezoidal .....	21
<b>Figura 18-2:</b> Diagrama de control trapezoidal .....	21
<b>Figura 19-2:</b> Conmutación sinusoidal.....	22
<b>Figura 20-2:</b> Control de corriente a lazo cerrado por conmutación sinusoidal.....	22
<b>Figura 21-2:</b> Transformada de Clarke.....	23
<b>Figura 22-2:</b> Esquema de un controlador Vectorial.....	24
<b>Figura 23-2:</b> Monitor de Baterías Bayite DC 6.5-100V 0-100 <sup>a</sup> .....	25
<b>Figura 24-2:</b> Monitor de Batería Victron BMV-712.....	25
<b>Figura 25-2:</b> Monitor de Batería Victron BMV-712.....	25
<b>Figura 1-3:</b> Ensamblaje en 3D .....	28
<b>Figura 2-3:</b> Planos de construcción.....	28
<b>Figura 3-3:</b> Análisis de esfuerzos.....	29
<b>Figura 4-3:</b> Deflexión .....	29

<b>Figura 5-3:</b> Factor de seguridad.....	30
<b>Figura 6-3:</b> Análisis de esfuerzos.....	31
<b>Figura 7-3:</b> Deflexión .....	31
<b>Figura 8-3:</b> Factor de seguridad.....	32
<b>Figura 1-4:</b> Corte y doblado de tubos .....	50
<b>Figura 2-4:</b> Partes del drift trike.....	51
<b>Figura 3-4:</b> Partes del drift trike.....	51
<b>Figura 4-4:</b> Montaje de sistemas mecánicos y ruedas.....	52
<b>Figura 5-4:</b> Montaje de los sistemas de dirección y frenos.....	52
<b>Figura 6-4:</b> Calibración del frenado.....	53
<b>Figura 7-4:</b> Montaje del sistema eléctrico y asiento .....	53

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-3:</b> Diseño (proceso).....	26
<b>Gráfico 1-4:</b> Factores ponderación vs. Parámetros motor eléctrico .....	43
<b>Gráfico 2-4:</b> Selección de un motor eléctrico .....	44
<b>Gráfico 3-4:</b> Ponderación vs Parámetros Sistema de control.....	44
<b>Gráfico 4-4:</b> Selección de un Sistema de control.....	45
<b>Gráfico 5-4:</b> Ponderación vs Parámetros Batería .....	46
<b>Gráfico 6-4:</b> Selección de baterías .....	46
<b>Gráfico 7-4:</b> Ponderación vs Parámetros Monitor RV .....	47
<b>Gráfico 8-4:</b> Selección de baterías .....	48
<b>Gráfico 9-4:</b> Construcción de un Drift Trike.....	49
<b>Gráfico 10-4:</b> Prueba N° 1. Distancia vs Energía .....	57
<b>Gráfico 11-4:</b> Prueba N° 1. Regresión lineal .....	58
<b>Gráfico 12-4:</b> Prueba N°2. Distancia vs Energía .....	60
<b>Gráfico 13-4:</b> Prueba N°2. Regresión lineal .....	61
<b>Gráfico 14-4:</b> Prueba N° 3. Distancia vs Energía .....	63
<b>Gráfico 15-4:</b> Prueba N° 3. Regresión lineal .....	64
<b>Gráfico 16-4:</b> Prueba N°4. Distancia vs energía.....	66
<b>Gráfico 17-4:</b> Prueba N°4. Regresión lineal .....	67
<b>Gráfico 18-4:</b> Resultados .....	68
<b>Gráfico 19-4:</b> Pista A. Distancia vs Energía .....	69
<b>Gráfico 20-4:</b> Pista B. Distancia vs Energía .....	70



## RESUMEN

Se diseñó e implementó un tren motriz eléctrico eficiente para un triciclo de derrape (*drift trike*). Dos parámetros fundamentales fueron definidos: la construcción del chasis y la selección de partes. A continuación, se empleó un software de diseño asistido por computador (CAD), para el diseño del chasis, tomando en cuenta los parámetros establecidos. Se realizaron simulaciones de esfuerzos y deformación para evitar sobredimensionamiento o reducción de dimensiones del chasis. Fue empleado el método de criterios ponderados que evalúa en una escala entre el 1 y 5, para realizar una correcta selección de partes como: motor, baterías, controlador y un monitor para vehículos recreacionales (RV) y encontrar la mejor opción entre tres posibles fabricantes y/o marcas. El resultado fue: motor eléctrico de marca: *Voilamart* modelo: *Rearwheel 48V 1500W* con un valor de 3,8; controlador de marca: *Shenzhen Industry* modelo: *48V-64V 2000W* con un valor de 4,5; batería de marca: *Golden Motor* modelo: *battery 48V10Ah* con un valor de 3,6; monitor RV de marca: *Bayite* modelo: *DC 6.5-100V 0-100A*. Posterior a la construcción e implementación del equipo se adquirieron datos experimentales en cuatro tipos de ensayos, para cada ensayo se realizaron 8 pruebas diferentes. La tabulación de datos determinó la autonomía de cada ensayo. Para la pista A que tiene una inclinación de cero grados: Ensayo N°1, el vehículo alcanzó una autonomía de 9,528 Km de recorrido; Ensayo N°2, el vehículo alcanzó una autonomía de 25,20 Km. Para la pista B que tiene una inclinación de 3 grados: Ensayo N°3, el vehículo alcanzó una autonomía de 6,79 Km de recorrido; Ensayo N°4, el vehículo alcanzó una autonomía de 12,29 Km de recorrido. Se concluye que la segunda estrategia de conducción para ambos tipos de carretera mejora la autonomía del vehículo. Considerando que la capacidad de la batería es de 0,48 KWh.

**Palabras clave:** <MECÁNICA AUTOMOTRIZ>, <DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN>, <TREN MOTRIZ ELÉCTRICO>, <AUTONOMÍA>, <CAMPO MAGNÉTICO>, <CONTROLADOR ELÉCTRICO>, <MOTOR BRUSHLESS>.



## **ABSTRACT**

An efficient electric drivetrain for a drift trike was designed and implemented. Two fundamental parameters were defined: the construction of the chassis and the selection of parts. Next, a computer-aided design (CAD) software was used for the design of the chassis, considering the established parameters. Stress and deformation simulations were carried out to avoid oversizing or reducing the dimensions of the chassis. The weighted criteria method was used, which evaluates on a scale between 1 and 5, to make a correct selection of parts such as: motor, batteries, controller, and a monitor for recreational vehicles (RV) and find the best option among three possible manufacturers. and/or brands. The result was: electric motor brand: Voilamart model: Rearwheel 48V 1500W with a value of 3.8; controller brand: Shenzhen Industry model: 48V-64V 2000W with a value of 4.5; brand battery: Golden Motor model: battery 48V10Ah with a value of 3.6; RV monitor brand: Bayite model: DC 6.5-100V 0-100A. After the construction and implementation of the equipment, experimental data was acquired in four types of tests, for each test 8 different tests were carried out. Data tabulation determined the autonomy of each trial. For runway A, which has an inclination of zero degrees: Test N°1, the vehicle reached a range of 9,528 km of travel; Test No. 2, the vehicle reached a range of 25.20 km. For runway B, which has an incline of 3 degrees: Test No. 3, the vehicle reached a range of 6.79 km of travel; Test No. 4, the vehicle reached a range of 12.29 km of travel. It is concluded that the second driving strategy for both types of roads improves the autonomy of the vehicle. Considering that the battery capacity is 0.48 KWh.

**Keywords:** <AUTOMOTIVE MECHANICS>, <DESIGN AND CONSTRUCTION>, <ELECTRIC POWERTRAIN>, <RANGE>, <MAGNETIC FIELD>, <ELECTRICAL CONTROLLER>, <BRUSHLESS MOTOR>.

## INTRODUCCIÓN

A medida que pasa el tiempo, la sociedad va evolucionando día con día; obligando a las nuevas generaciones a buscar la modernidad e innovación tanto en procesos como en técnicas y productos terminados, los mismos que sean capaces de satisfacer las diversas necesidades de la población.

“De acuerdo a (Chuquiana, Torres y Salazar, 2014) la organización internacional de constructores de automóviles (OICA) en su estudio informa que, a nivel mundial, el transporte es responsable del 16% de las emisiones artificiales de CO<sub>2</sub> y en Ecuador el 54,3% de CO<sub>2</sub> en el aire, es proveniente del sector de transporte, cifra realmente alarmante ya que más de la mitad del porcentaje global se debe a la industria automotriz.”

Es ésta, una de las razones por las que se propone el tema en cuestión ya que al diseñar e implementar un tren motriz eléctrico eficiente en un drift trike ayudará en la reducción del deterioro medioambiental, sin necesidad de emitir ningún tipo de gas contaminante.

Para lograr un rotundo éxito con este diseño e implementación es importante seleccionar correctamente los elementos que intervendrán en la misma; tales como el motor, tipo de controlador, batería que satisfaga la necesidad; con la finalidad de que dichos elementos no repercutan en su funcionamiento, o que disminuya la vida útil del sistema.

Realización de una selección inteligente de elementos adecuados bajo criterios ponderados; impedirá que los mismos sufran un desgaste prematuro, el número promedio de mantenimiento necesario para el equipo se reducirá, el diseño se lo realiza en SolidWorks con el fin de no sobredimensionarlo. Por tanto, se presenta este proyecto como una alternativa nueva en los drift trikes, implementando lo moderno en motores y baterías.

## CAPÍTULO I

### 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Antecedentes

Con el pasar de los años, se ha desarrollado la nueva modalidad de deporte extremo conocida como “drift trike”, el mismo que tiene origen en nueva Zelanda a principios del siglo XXI, inicialmente los triciclos eran bicicletas que se modificaban de forma artesanal, sin embargo, con el tiempo fueron consolidándose diseños exclusivos del drift trike.

Dicho triciclo está diseñado para practicar deporte de inercia. “En la parte posterior del triciclo tiene dos neumáticos dentro de un recubrimiento en PVC”, en el frente posee accesorios de bicicleta. Generalmente este deporte se realiza en bajada de montaña por acción de la gravedad. En la actualidad se está implementado un tren motriz para llevar a diferentes condiciones de pista. Practicar este deporte ha tenido una muy buena acogida, la misma que se ha expandido por varias regiones del mundo y empresas importantes de ciclismo como: Huffy, Giant, Triad, Swizee, Rush y Rasar. Ofrecen diferentes diseños.

Estas empresas ofrecen diseños de Drift Trike en la versión corriente y a la vez la versión eléctrica.

En la versión corriente:

- Fabricante: Triad
- Modelo: Triad Underworld 3 Trike Sports leisure
- Peso: 18,1 Kg
- Precio: 409,45 €

En la versión eléctrica:

- Fabricante: Razor
- Modelo: DXT Drift Tike electric
- Motor: 500W
- Batería: 36V de plomo ácido sellado
- Peso máximo del ciclista: 198 libras
- Precio: \$ 800,00.

Los precios de un drift trike varían de acuerdo al modelo, la versión eléctrica tiene un precio alrededor de los \$ 600 a los \$1400 esto dependerá gran parte del fabricante y las características que ofrece el vehículo. Este tipo de vehículos son comercializados principalmente en países desarrollados y en páginas de venta on line tales como Amazon, walmart.com, entre otros. Según los reportes de venta realizados por Amazon este tipo de vehículo se posicionan en el n°= 4 en monociclos y en n°= 94 en triciclos.

Debido a los precios elevados y al poco acceso de adquisición para países tercermundistas, muchos han optado por fabricar de forma artesanal e implementar un tren motriz el mismo que por diversas circunstancias de construcción tienen la finalidad de disminuir la potencia, decayendo la eficiencia y se acortando la vida útil de la(s) baterías, esta última se hace más evidente en prototipos de tipo eléctricos.

Para evitar esta clase de inconvenientes se necesita realizar un estudio minucioso el mismo que parte desde el diseño, la previa selección de tecnologías a usarse y un análisis de funcionamiento para lograr maximizar la vida de las baterías sin afectar la eficiencia y potencia, que brinde el prototipo de drift trike.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Como bien se conoce el parque automotor es el causante principal de generar grandes cantidades de contaminación, es por esta razón que las industrias optan por energías limpias o renovables, como es el caso de vehículos impulsados por motores eléctricos, estos automotores pueden triplicar la eficiencia a diferencia de los motores de combustión.

La principal inquietud de estos vehículos es la optimización, es por ello que este tema está enfocado a obtener valores de consumo de energía, en función del diseño de un drift trike, para ello realizaremos diferentes diseños y lo someteremos a pruebas de funcionamiento, las mismas que serán monitoreadas por equipos. Una vez obtenidos valores se podrán comparar y seleccionar el diseño que brinde mejor prestación. Y así lograr una optimización de consumo sin afectar la vida útil de los sistemas que conforman el tren motriz eléctrico.

## **1.3. Justificación**

Este proyecto técnico se justifica por intereses de las partes en los cuales se involucran el autor, tutor y la sociedad, además se lo debe considerar como un proyecto innovador por la no existencia de este tipo de vehículos en el medio nacional, y la no contaminación ambiental generada en el área automotriz; ya que en este proyecto el medio propulsor es un motor eléctrico.

En estos motores se observa una notable mejora en la eficiencia del uso de combustibles comparado con los motores convencionales a nafta. Obteniendo 3,8 veces mayor eficiencia (Fonseca, 2011). Existen numerosas soluciones técnicas y configuraciones distintas presentes en el funcionamiento de un vehículo eléctrico. Adecuado a cada uso que se le vaya a dar, desde el transporte ligero hasta un vehículo de transporte pesado. El diseño es la parte fundamental del proyecto ya que de ella dependerá una buena optimización de energía, para lograrlo nos basaremos en dos metodologías: investigativo y experimental. El proyecto a realizarse es: “Diseño

e implementación de un motor eléctrico al tren motriz de un drift trike”. Un “drift trike” es un triciclo de tres ruedas, compuesta de dos ruedas traseras de poca tracción de un material plástico o generalmente de PVC, lo que nos permitirá derrapar intencionalmente, producido por la pérdida de agarre de la rueda posterior al asfalto al girar una curva en sentido contrario a la misma. A este tipo de vehículo le implementaremos un tren motriz eléctrico previamente ya diseñado, para logra obtener una buena optimización referente al consumo de energía.

Debemos considerar el diseño del tren motriz que involucra: posición del motor eléctrico, disposición de batería y en caso de ser necesario un sistema de refrigeración sea por fluido o aire. Debido a las nuevas tecnologías y al complejo control de motores de tres fases es necesario contar con un sistema que aseguren una correcta carga y descarga de las numerosas celdas de la batería. Estos sistemas de control reciben el nombre: “BMS o Battery Management system”. Es necesario conocer ciertas características propias del vehículo como, su estructura y funcionamiento; de acuerdo a lo que manifiesta, (Bergillos Garre y Barco Pérez, 2015). El interés del desarrollo de este vehículo se produce por el auge de un nuevo deporte del drift trike en el medio, y la aplicación en las diferentes áreas del conocimiento como: eléctrica, electrónica, diseño y procesos necesarios para la formación del futuro profesional automotriz.

## **1.4. Objetivos**

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

Diseñar e implementar el tren motriz eléctrico eficiente para un drift trike unipersonal.

### ***1.4.1. Objetivos Específicos***

- Determinar los componentes y funcionamiento de un drift trike.
- Realizar el diseño del tren motriz de un drift trike mediante un software CAD, llamado SolidWorks.
- Calcular y seleccionar los componentes eléctricos y electrónicos necesarios para un óptimo desempeño del prototipo.
- Comprobar su autonomía y fiabilidad del prototipo.

## **1.5. Consideraciones Técnicas y Tecnológicas**

Para una correcta implementación de un tren motriz será necesario utilizar diferentes elementos como:

**1.5.1. Motor eléctrico:**

Dispositivo que se encarga de convertir o transformar la energía eléctrica en energía mecánica de rotación. Para este proyecto se usará un motor brushless (rueda electric bike) 48V 10AH.

**1.5.2. Baterías de litio:**

Son baterías que utilizan litio como electrolito para producir la reacción entre ambos electrodos. Este elemento tiene una alta captación de energía, y por ende son más ligeras, además están fabricadas con materiales inflamables que pueden explotar, por esta razón se adiciona un (BMS) que controla el proceso de carga y descarga.

**1.5.3. Controlador electrónico (BMS):**

Sistema electrónico capaz de administrar una batería recargable para que no funcione fuera del rango de operación y de este modo obtener una mayor vida útil en lo que se refiere a baterías de “Ion-litio”.

**1.5.4. Acelerador:**

Mecanismo que se instala para propulsar movimiento rotatorio del motor eléctrico.

**1.5.5. Prototipo de un Drift:**

Triciclo recostado utilizado para practicar deporte de inercia. A este prototipo se lo realiza una implementación de un tren motriz.

**1.5.6. Sistema de adquisición de datos:**

Para realizar esta adquisición de datos es necesario, el diseño de un circuito con ayuda de arduino o la adquisición de un monitor RV, el cual nos permita obtener datos necesarios como el voltaje e intensidad de corriente del proceso de carga y descarga de las baterías “Ion-litio”.

## CAPITULO II

### 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA O FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. Marco Teórico

##### 2.1.1. *Drift trike*

Es un tipo de triciclo específico de derrape con su término inglés como Drift trike, se lo utiliza en la práctica de deporte de inercia, al reverso posee dos neumáticos con recubrimiento en PVC, en la parte frontal está conformado por: manillar, potencia, horquilla y llanta, dichos elementos por lo general son exclusivos de bicicletas. El recubrimiento de PVC en los neumáticos de la parte posterior disminuye el agarre dando paso al derrape.

Para practicar este tipo de deportes se requiere que el triciclo alcance velocidades que comprendan de 60 km/h a 80 km/h, y para lograrlo es necesario carreteras que tengan un excelente grado de inclinación y curvas adecuadas.



**Figura 1-2.** Competencia de Drift Trike en Colombia

**Fuente:** (firmas, 2019).



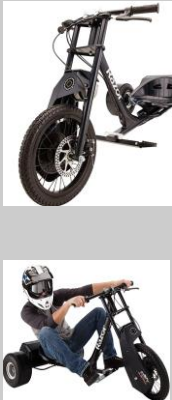

##### 2.1.2. *Fabricantes de Drift trike*

Gracias a la gran acogida que ha logrado este deporte en todo el mundo se han consolidado diseños propios y autónomos de drift trike. En este caso tenemos a varios personajes importantes del ciclismo tales como: Huffy, Giant, Triad, Swizee, Rush y Razor han ofrecido al mundo sus diseños. Toda empresa dedicada a estas actividades relacionadas al drift trike buscan innovar y modernizar la oferta de productos brindando a los amantes de este deporte una versión eléctrica. Debido a la localización geográfica de ciertas ciudades, las cuales carecen de pendientes pronunciadas que dificulta practicar este deporte. Empresas como Razor, Servicios OEM, Triad,



Leili Leili y Ncyclebike innovan sus productos a la versión electric drift trike. Esta versión permite practicar este deporte en carreteras de diferente pendiente.

**Tabla 1-2:** Modelos de “electric drift trike” de diferentes fabricantes

FABRICANTE	CARACTERÍSTICAS	PRUDUCTO	PRODUCCIÓN	COSTO UNIT.
Ncyclebike	<p><b>Potencia:</b> 800w</p> <p><b>Voltaje:</b> 48V</p> <p><b>Lugar de origen:</b> Jiangsu, China</p> <p><b>Motor:</b> delantero 1500W</p> <p><b>Freno:</b> Shimano frenos hidráulicos</p> <p><b>Batería:</b> 52V 17 Ah LG</p> <p><b>Velocidad Max.:</b> 40km/h – 60km/h</p> <p><b>Peso:</b> 40 Kg.</p> <p><b>Capacidad de carga:</b> 120 Kg.</p>		500 unidades /Mes	800\$ Sin incluir transporte
Leili Leili	<p><b>Potencia:</b> 501 - 800w</p> <p><b>Voltaje:</b> 36 o 48V</p> <p><b>Lugar de origen:</b> Jiangsu, China</p> <p><b>Motor:</b> delantero</p> <p><b>Freno:</b> Shimano frenos hidráulicos</p> <p><b>Batería:</b> 42V 15 Ah</p> <p><b>Velocidad Max.:</b> 40km/h</p> <p><b>Peso:</b> 40 Kg.</p> <p><b>Capacidad de carga:</b> - Kg.</p>		450 unidades /Mes	600\$ Sin incluir transporte
Razor DXT	<p><b>Potencia:</b> 500w</p> <p><b>Voltaje:</b> 36V</p> <p><b>Lugar de origen:</b> Estados Unidos</p> <p><b>Motor:</b> delantero 500W</p> <p><b>Freno:</b> Shimano frenos hidráulicos</p> <p><b>Batería:</b> 36V 9 Ah</p> <p><b>Velocidad Max.:</b> 20km/h</p> <p><b>Peso:</b> - Kg.</p> <p><b>Capacidad de carga:</b> 90 Kg.</p>		350 unidades /Mes	500\$ Sin incluir transporte
Superride	<p><b>Lugar de origen:</b> Estados Unidos.</p> <p><b>Motor:</b> Brushless 1000W</p>		Sin dato.	1,199.00\$

	<b>Freno:</b> Shimano frenos hidráulicos 7.8 in. <b>Batería:</b> 48V 18 Ah Ion Litio. <b>Velocidad Max.:</b> 40km/h – 60km/h <b>Capacidad carga:</b> 485 Kg.			
--	---	---	--	--

**Fuente:** (Amazon, 2020), (Iltriciclo, 2020), (Alibaba, 2020).

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 2.1.3. *Reglamento técnico Drift Trike 2014*

#### 2.1.3.1 *Descripción general*

Vehículo de tres neumáticos, una delantera y dos traseras sin propulsión. En caso de tener un sistema de propulsión se realizan categorías.

Para pilotarlo es necesario tener un asiento, el mismo que se coloca entre los dos neumáticos posteriores y los pies descansan en el eje delantero.

#### a) **Chasis**

- Tanto el chasis como sus componentes deben estar bien soldados y se prohíbe elementos sueltos, cortantes o peligrosos.
- Es completamente obligatorio el uso de asientos, mientras que el uso del espaldar es opcional.
- La distancia máxima entre eje delantero y trasero 115 cm (45,27).
- Ancho máximo del eje trasero 80cm. -110cm.
- Peso máximo sin piloto: 20Kg.

#### b) **Dirección**

- El uso de manillar/manubrio y horquilla es obligatorio, para así lograr el giro de la rueda delantera.
- El eje trasero debe ser fijo al chasis.
- El uso de tapones en manillar / manubrio es de carácter obligatorio
- Prohibido el uso de pedales que accionen el giro de la rueda delantera o trasera.

#### c) **Rueda delantera**

- Aro delantero metálico, tipo bicicleta de 20" de tamaño.
- El uso de ruedas plásticas, madera u otro material que no sea metálico no está permitido.
- El uso de goma delantera maciza está prohibido, solo se permite el uso de goma neumática inflado por aire.
- Se permite el uso de guardalodos en la rueda delantera.
- Freno delantero obligatorio, accionado desde manillar/manubrio.

**d) Rueda trasera.**

- Uso obligatorio de neumáticos de goma inflado por aire.
- Uso obligatorio de aros metálicos.
- Prohibido el uso de frenos en el tren posterior.

**e) Tubos traseros “PVC”**

- Uso obligatorio de tubos de Policloruro de vinilo (PVC) o Polietileno (PE), mismos que son colocados encima de los neumáticos.
- No se permite modificar la superficie exterior de los tubos más allá del desgaste normal por el uso de en carretera.
- El ancho de tubo es entre 10cm.- 18cm. que cubra el neumático.

*2.1.3.2 Reglas de competencia*

- Antes de comenzar la competencia el piloto debe cumplir con: Casco protector firmemente abrochado, cristal protector abajo o gafas puestas, guantes puestos. Para casco de motocross, es obligatorio el uso de gafas o googles de seguridad.
- Prohibido el ingreso a pista de personas bajo el efecto de bebidas alcohólicas y psicotrópicas
- Obligatorio el uso de calzado abrochado.
- El uso de equipo de protección es opcional.
- Durante la salida el piloto deberá mantener el drift trike en la línea de partida con ambas manos en el volante, con un pie en el eje y el otro como impulsador. Al dar la señal la piloto podrá hacer uso del pie de impulso hasta llegar a la línea de impulso, posteriormente se debe sentar.
- En caso de no existir una línea de impulso significa que el piloto podrá impulsarse y sentarse a su disposición.
- En caso de golpes o caídas se permite el impulso para reincorporarse a la pista, caso contrario queda prohibido el impulso.
- Queda totalmente prohibido el contacto físico (golpes, choques, amedrentar o empujes) con otros pilotos. En caso de suceder pueden ser sancionados hasta descalificados dependiendo la infracción.
- Es obligatorio llegar al punto de llegada con los tubos de PVC colocados en las ruedas traseras.

#### 2.1.4. *Modalidades y estilos*

- **Exhibición:** El principal propósito de esta modalidad es difundir el deporte, e incentivar el uso adecuado del tiempo libre ya sea practicando este u otro deporte.

**Exhibición no calificada:** La finalidad es demostrar la modalidad de este deporte.

**Exhibición calificada:** En esta modalidad se califica los freestyle, trucos y derrapas en general. Estas exhibiciones se dan Municipales, Intercalabas y Nacionales.

- **Competencia de velocidad:** Esta competencia tiene su punto de salida y su punto de llegada. La clasificación se determina de acuerdo al orden de llegada al punto de meta y estará condicionada al reglamento propio y aprobado por la organización del evento.

**Speed Drift Trike:** Carrera de velocidad, esta modalidad no toma en cuenta la cantidad ni calidad de trucos y derrapes. Solo se considera el orden de llegada a la meta y el cumplimiento del reglamento que corresponde al diseño.

**Check Point:** Esta modalidad califica dos puntos importantes, primero el orden de llegada y segundo es la calidad de derrapes y trucos realizados. Para ello hay 2 jueces o comisarios que registran cada participación de los competidores. En esta modalidad se ponen varias chicanas para aumentar la dificultad de la pista.

- **Competencias de truco / maniobras:** Para esta modalidad se requiere una pista de 200m. Los primeros 100 metros servirán como impulso, seguido de los siguientes 100m, en el que podrán realizar trucos o maniobras. Los pilotos podrán ejecutar 3 lanzamientos los mismo que tendrán un valor clasificadorio. Cada maniobra tendrá una puntuación única de acuerdo a la tabla de complejidad según la maniobra realizada. Salirse de la ruta especificada y caídas del piloto restaran puntuación a cada maniobra.

**Trucos considerados:** Estos trucos son considerados para la calificación: “360 o Ceros, Endo, Dos ruedas, Manual, EL ángel, Superman, El boomerang, Derrape invertido con o sin giro del manubrio a 360.” Existen maniobras no documentadas debido a que este deporte es relativamente nuevo.

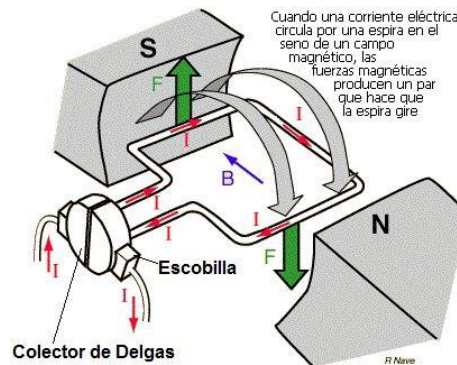
Nota: El reglamento está sujeto a cambios de acuerdo a su región y organizador del evento, debido a que no es un reglamento estandarizado.

#### 2.1.5. *Motores de corriente continua*

Son convertidores y/o “transformadores de energía eléctrica a energía mecánica”. Para lograrlo es necesario la interacción de una corriente eléctrica y un campo magnético. Un campo magnético

se forma entre los dos polos de un imán, este campo magnético genera una fuerza de atracción o repulsión dependiendo de su carga.

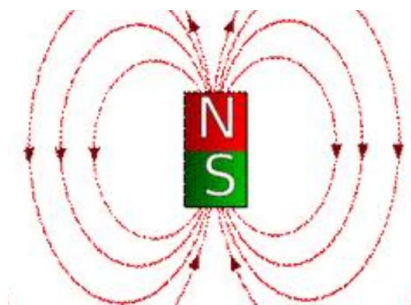
Su funcionamiento es basado en las fuerzas que genera campo magnético junto a una bobina en el que circula una corriente eléctrica denominada  $I$ .



**Figura 2-2.** Fuerza producida dentro de un campo magnético

Fuente: (Pernía, 2011).

**Campo magnético:** Es una región del espacio donde existen fuerzas magnéticas, con el poder de atraer o repeler cuerpo metálico. Estos campos magnéticos se encuentran en imanes y a la vez se puede crear un campo magnético con ayuda de la energía eléctrica.

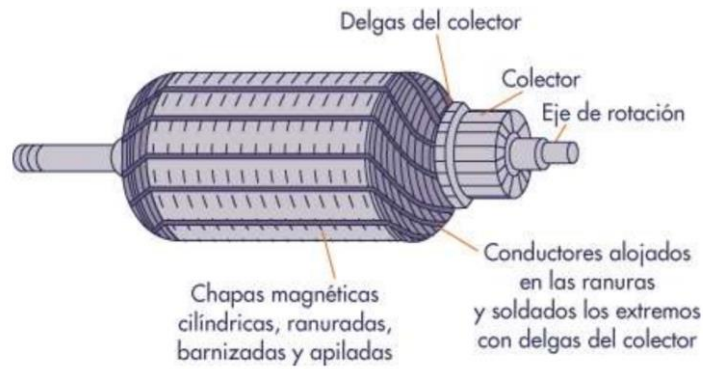


**Figura 3-2.** Campos magnéticos

Fuente: (Pernía, 2011).

### 2.1.6. Motores de corriente continua o directa (DC) con escobillas

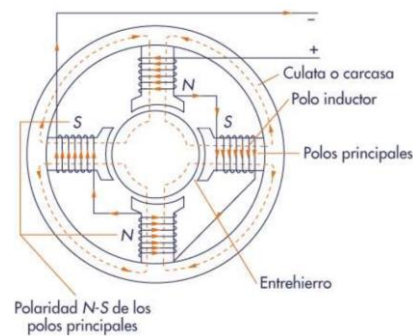
Para generar el movimiento mecánico se aplica una diferencia de potencia entre los extremos, la misma que circula una corriente  $I$  a través de un bobinado o también conocido como rotor o inducido. El rotor es un cilindro, en él se enrolla cobre y se encuentran separadas por delgas o barniz aislante.



**Figura 4-2.** Rotor (Inducido)

Fuente: (Pernía, 2011).

El campo magnético también denominado como inductor es generado gracias a imanes fijos ubicados en el estator. Está formado por un material ferromagnético.



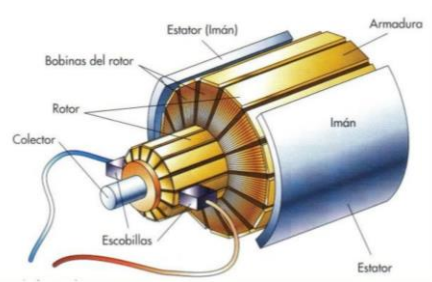
**Figura 5-2.** Estator (Inductor)

Fuente: (Pernía, 2011).

La principal característica de estos motores es el uso de colector y escobillas. “El colector está constituido por un mayor número de delgas, aislada entre sí” (Pernía, 2011).

El material de las escobillas es: grafito o carbono puro. Para asegurar un excelente contacto entre las escobillas, delgas y colector se realiza mediante un resorte, permitiendo la energización del rotor.

Este tipo de motores necesitan un mantenimiento perico, tiene un corto periodo de vida, por lo general produce ruidos y se calientan debido al contacto de las escobillas con el colector.



**Figura 6-2.** Motor de corriente continua

**Fuente:** (Morales Rodríguez, 2018).

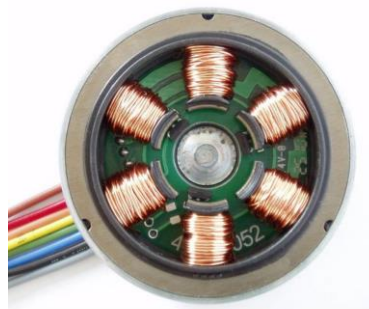
### 2.1.7. Motores de corriente continua o directa (DC) sin escobillas

También conocidos como motores C.C BLDC o motores brushless. Esos motores han ganado mucha popularidad y se emplean en sectores industriales como: equipos de automatización, automóvil, aeroespacial, etc.

La principal característica de estos motores BLDC es que no necesitan escobillas para la transferencia de energía, así se logra eliminar los mayores problemas de motores CC, la disminución del rendimiento, la producción de calor, ruido producido por piezas en rozamiento y principalmente la necesidad de mantenimiento.

#### **Topología:**

- **Estator:** Constituido por varias láminas de acero, en cada muesca existen embobinados, como se muestra en la figura 7-2. Los motores brushless o BLDC trabajan con tres fases en el estator, estas fases están conectadas en estrella. Las bobinas son distribuidas de forma que generen un número par de polos.

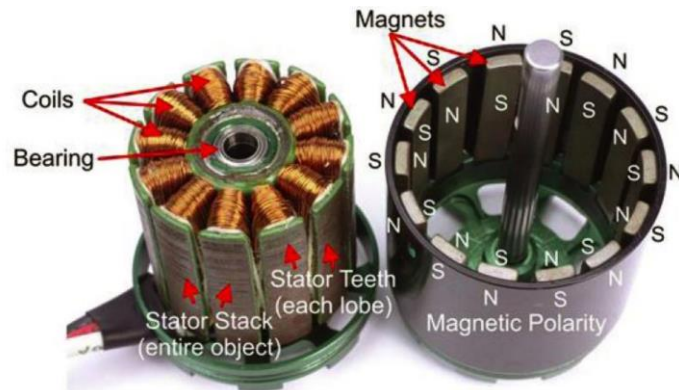


**Figura 7-2.** Estator de un motor BLDC

**Fuente:** (Morales Rodríguez, 2018).

- **Rotor:** Está formado por imanes permanentes los que pueden variar entre un par hasta cuatro pares de polos alternativos de (N) y (S). La mayoría de los motores ocupan ferrita para los imanes permanentes, debido a sus costos bajos. Las nuevas tecnologías buscan producir imanes

con propiedades magnéticas permanente, para ello se usa materiales como: Neodimio, samario – cobalto y aleación de neodimio.

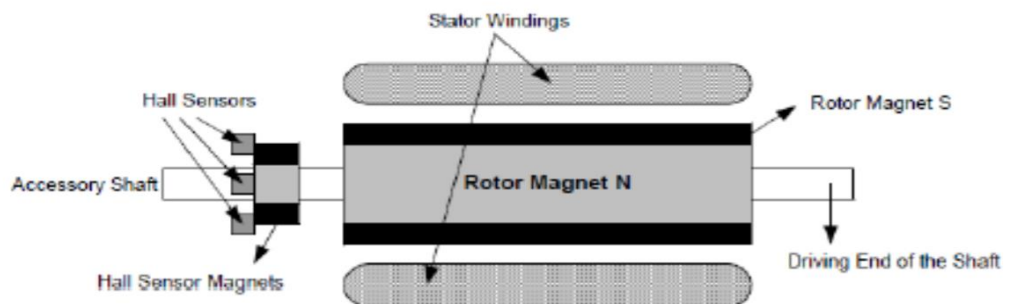


**Figura 8-2.** Estator (izquierda), rotor(derecha)

Fuente: (Morales Rodriguez, 2018).

El control de conmutación para motores brushless (BLDC) se realiza electrónicamente. Las bobinas del estator se activan secuencialmente, esto permite general el giro. Para ello es esencial conocer la posición del rotor.

- **Sensor Hall:** Los motores *brushless* (BLDC) trabajan con tres sensores integrados en el estator, y rotor. “Los polos magnéticos del rotor al pasar cerca de los sensores hall generan una señal alta o baja, esta señal indicara si se trata de un polo N o S. Con estas señales se puede determinar la secuencia de conmutación del motor” (Morales Rodriguez, 2018).



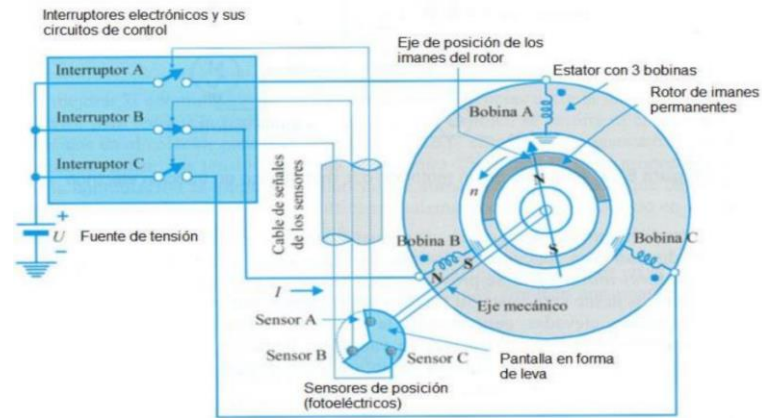
**Figura 9-2.** Posicionamiento de sensores HALL en un motor BLDC

Fuente: (Morales Rodriguez, 2018).

#### 2.1.7.1 Principio de funcionamiento

Para cada secuencia de conmutación, corresponde una activación de bobinas, de tal forma que mientras uno de los devanados se alimenta con una tensión (corriente entra al devanado), un segundo devanado tiene una tensión negativa (salida de corriente en la bobina a negativo) y el tercero se encuentra sin corriente (Morales Rodriguez, 2018).



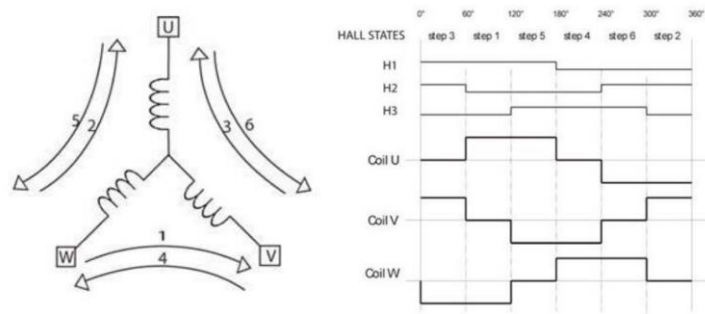


**Figura 10-2.** Esquema de un motor BLDC

Fuentes: (Pernía, 2011).

El torque del motor se produce debido a la interacción entre el campo magnético generado dentro del estator y los imanes permanentes ubicados en el rotor. El torque máximo se produce cuando estos dos campos se encuentran a  $90^\circ$  uno del otro y decae a cero cuando ambos campos magnéticos se mueven juntos.

Para mantener la marcha del motor, es de importancia variar el campo magnético producido por las bobinas del estator, activándolas y desactivando de tal forma la energización genere un movimiento continuo (Morales Rodriguez, 2018).



**Figura 11-2.** Secuencia de alimentación de la bobina para una revolución eléctrica de un motor BLDC

Fuente: (Morales Rodriguez, 2018).

## 2.1.8. Tipos de Baterías

### 2.1.8.1 Batería de Plomo Ácido

“Estas baterías (plomo ácido), son comunes dentro del mercado automotriz a nivel mundial. En mayor parte de vehículos: convencionales, vehículos no híbridos. Hacen uso de este tipo de baterías” (Jimbo Tacuri, 2015).

“La característica principal de estas baterías es la gran capacidad de descarga en periodos cortos de tiempo, ideal para el arranque de motores de combustión. Convierte la energía química en energía eléctrica por una celda galvánica que consta de dos electrodos denominados ánodo, cátodo y una solución electrolítica ácida o alcalina” (Jimbo Tacuri, 2015).

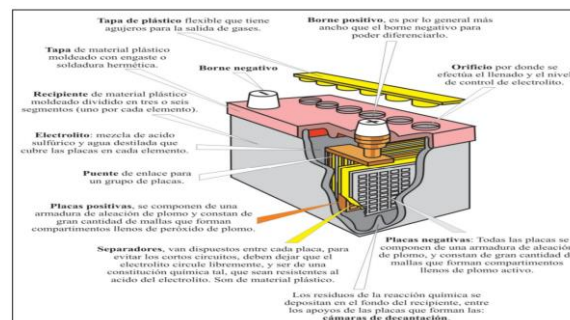
A continuación, podemos observar las ventajas y desventajas que brindan este tipo de baterías:

Ventajas:

- Tensión de 2V por celda.
- Suministrar altos picos de corriente en el proceso de descarga.
- Se considera la tasa de mayor auto descarga, con un 5% más alta.
- Consta con una eficiencia de un 80%.

Desventajas:

- Mayor peso debido a las placas de plomo.
- Vida corta (500 – 600 ciclos de carga y descarga).
- Los electrodos son afectados por la corrosión.
- Requiere un mantenimiento periódico.



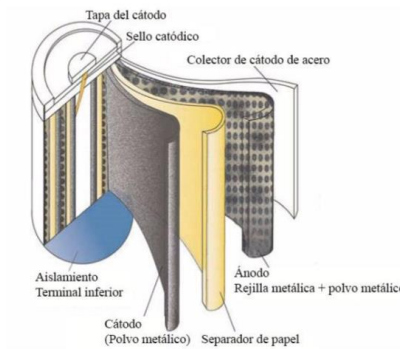
**Figura 12-2.** Partes de una batería

Fuente: (Generataluz, 2021).

### 2.1.8.2 Baterías de Níquel e Hidruro Metálico

Estas baterías (níquel e hidruro metálico (Ni-MH)), están compuestas por una variedad de elementos metálicos, que representan el 50% del peso, formado por: lantano, neodimio, cerio, praseodimio, níquel y cobalto. Utiliza un ánodo de (NiOOH), a la vez un cátodo, cuya aleación es de hidruro metálico. Las baterías Ni-MH reemplazó a las baterías de Ni-Cd, por su mayor

capacidad energética alrededor de un 30% mayor, menor efecto memoria y menor contaminación ambiental (Jimbo Tacuri, 2015).



**Figura 13-2.** Disección de la batería Ni-MH

**Fuente:** (Pernía, 2011).

### 2.1.8.3 Bateria de Ion de Litio

Estas baterías de Li-ion se benefician de una alta densidad de energía, por encima a las baterías de plomo-ácido. La capacidad energética por celda es de 3,5 voltios, cada celda está conectada en serie para alcanzar el voltaje requerido (Jimbo Tacuri, 2015).

Tiene un alto potencial electroquímico produciendo una capacidad energética teórica de 3860Ah/kg, es necesario mencionar que estas baterías no toleran sobrecargas o sobredescargas no controladas.

Este tipo de baterías tienen sistemas de protección para limitar las tensiones de carga y descarga. Este sistema permite desconectar las celdas en caso de que ocurran sobreintensidades o sobretemperaturas.

#### **Ventajas:**

- Alta densidad energética
- No posee efecto memoria
- Son más ligeras
- Bajo porcentaje de descarga

#### **Desventajas:**

- Alto costo de manufactura
- Muy contaminantes
- Envejecimiento temprano.



**Figura 14-2.** Baterías Li-Ion

**Fuente:** (Hometown, 2021).

### 2.1.9. Autonomía

Para determinar la autonomía del drift trike, principalmente debemos considerar algunos parámetros que permiten determinarlo como: tipo de batería, eficiencia del motor (rueda), inclinación de terreno, peso del ciclista y del sistema en general.

La autonomía mínima de una batería eléctrica se calcula con la siguiente fórmula:

$$Autonomia(Km) = \frac{voltios * Amperios * Velocidad\_max}{Potencia\ Motor}$$

Para calcular la autonomía mínima es necesario considerar el gasto de electricidad de dicho motor como se muestra a continuación en la tabla 2-2.

**Tabla 2-1:** Consideraciones al calcular autonomía del drift trike

BATERÍA	POTENCIA MOTOR	DEL	VELOCIDAD MÁXIMA	AUTONOMÍA
36V-10Ah		250W	25 Km/h	36*10*25/250=36km
24V-8Ah		250W	25 Km/h	24*8*25/250=19km
48V-20Ah		1000W	50 Km/h	48*20*50/1000=48km
48V-15Ah		1000W	50 Km/h	48*15*50/1000=36km
48V-10Ah		1000W	50 Km/h	48*10*50/1000=24km

**Fuente:** (Gabriela, 2015).

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 2.1.10. Efecto memoria

Efecto memoria se atribuye a un fenómeno que disminuye o reduce la capacidad de las baterías al realizar cargas incompletas. Este fenómeno se da al cargar dicha batería sin antes haberla descargado por completa: se produce cristales en el interior de estas baterías debido a las reacciones químicas producidas por el calentamiento.

Para evitar este efecto memoria se recomienda realizar cargas completas, no es necesario que las baterías se encuentren descargadas por completo.

Las baterías que generan efecto memoria:

- Batería Ni-Cd.

Las baterías que no posee efecto memoria:

- Batería Níquel Mh.
- Baterías de iones de litio y polímeros de litio.
- Batería de plomo ácido.

### **2.1.11. Vida útil**

Con el paso del tiempo las baterías almacenan menos carga eléctrica debido al desgaste de sus materiales. En caso de vehículos impulsados por energía eléctrica esto se vería afectado a la autonomía.

Este proceso químico, considerado como desgaste empieza desde su fabricación y aumenta con el paso del tiempo y el constante uso. Por esta razón se recomienda seleccionar una batería de larga duración, es decir una batería mayor a 500 ciclos de carga (Gabriela, 2015).

### **2.1.12. Controlador**

“En un motor brushless (BLDC) sus devanados están constituido en múltiples fases. El control más utilizado para este motor es de tres fases, con una separación de  $120^\circ$  por fase. A diferencia de motores CC con escobillas donde su conmutación entre fases es mecánica”.

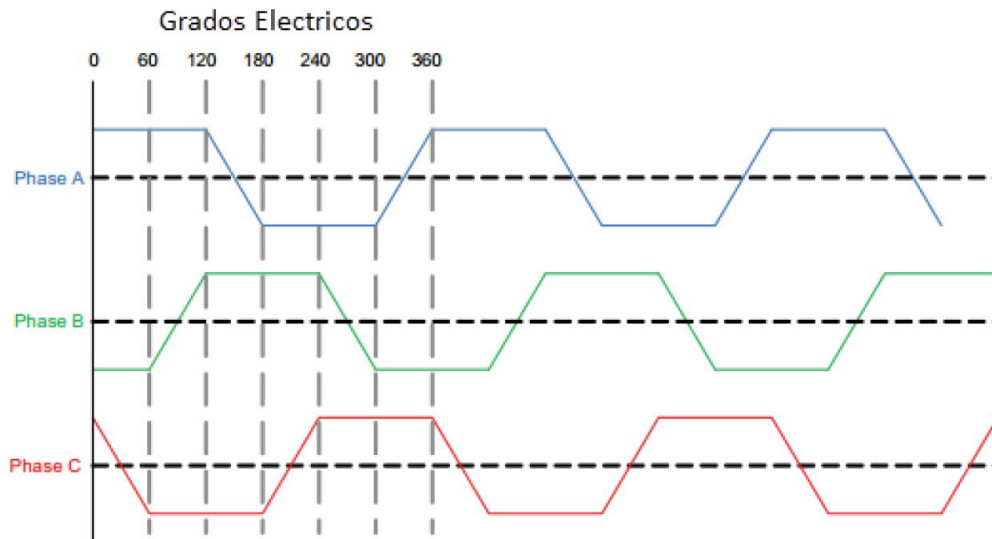
“El controlador debe energizar continuamente los devanados adecuados y así generar un campo magnético perpendicular al rotor. De esta manera motor brushless proporcionara un excelente par motor” (Jimbo Tacuri, 2015).

El control aplicado se clasifica según el algoritmo de conmutación. Existen tres formas de control que son:

- Conmutación Sinusoidal.
- Conmutación Trapezoidal.
- Control Vectorial o FOC.

#### **2.1.12.1 Conmutación Trapezoidal**

Este método es más sencillo y más empleado para controlar un motor brushless, se caracteriza por que dos fases están energizadas simultáneamente mientras la tercera permanece desconectada.

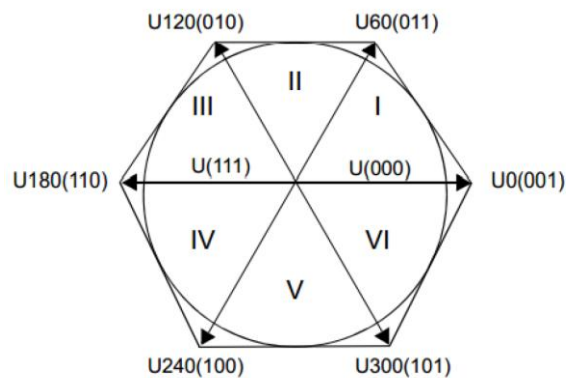


**Figura 15-2.** Conmutación Trapezoidal

Fuente: (Jimbo Tacuri, 2015).

Al aplicar este método es esencial el uso de sensores de efecto Hall, el uso de estos sensores permiten determinar la posición exacta del rotor y el controlador comanda la fase de conmutación. (Jimbo Tacuri, 2015).

“A través de terminales correctamente polarizados se controla la corriente. Este método de control produce vectores de corriente en el espacio. Al generar el movimiento cada conmutación se dá a 60 grados de su rotación. Logrando una aproximación a 30 grados por fase” (Jimbo Tacuri, 2015).



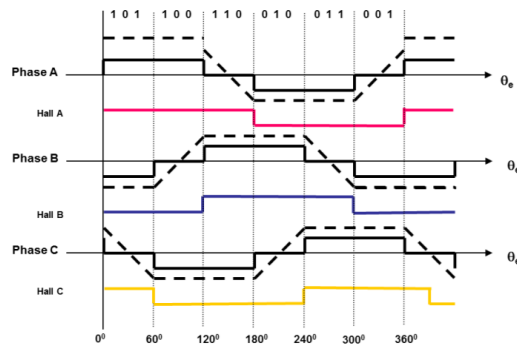
**Figura 16-2.** Vectores de corriente: conmutación Trapezoidal

Fuente: (Jimbo Tacuri, 2015).

Para conocer el tiempo de conmutación de fase es necesario determinar la posición del rotor y el voltaje contra electromotriz.

Al estar en funcionamiento, dos fases están activadas y una tercera fase se encuentra sin conexión, esta fase que no se encuentra conectada en un instante de tiempo crea una ventana para determinar

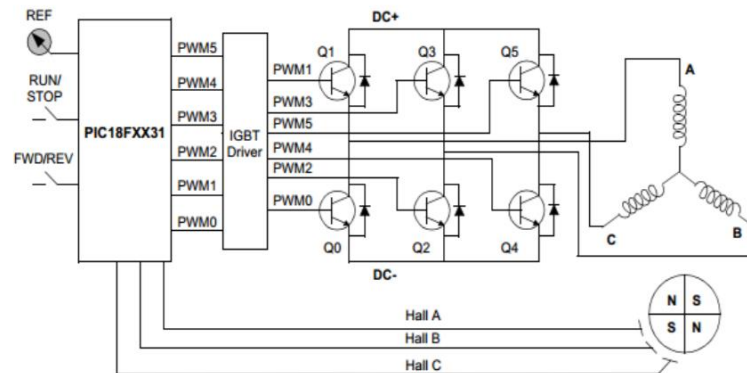
BACK-EMF, produciéndose un cruce cuando se posiciona un valor entre un voltaje positivo y uno negativo.



**Figura 17-2.** Fases del control Trapezoidal

Fuente: (Jimbo Tacuri, 2015).

“Se usa un drive de control que permite elevar el voltaje del microcontrolador de acuerdo a la secuencia y lógica ya expresada, esto para controlar transistores IGBT. En la figura 18. se indica una conexión en estrella de los tres bobinados, drive IGBT, seis transistores del puente inversor, microcontrolador que se encarga del ajuste del ciclo de trabajo PWM en función a la señal de referencia y a la señal emitida por sensores de efecto Hall” (Jimbo Tacuri, 2015).



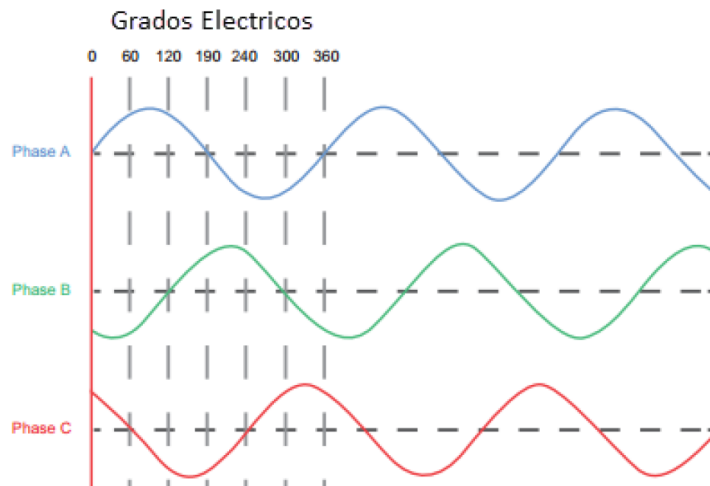
**Figura 18-2.** Diagrama de control trapezoidal

Fuente: (Jimbo Tacuri, 2015).

### 2.1.12.2 Conmutación Sinusoidal

“Para controlar un motor brushless que trabaje a bajas velocidades, la conmutación trapezoidal no es la adecuada, debido a que el torque generado no es progresivo.

El control por conmutación sinusoidal brinda un control suave y preciso del motor, ya que este monitorea constantemente la posición del rotor. A diferencia de la conmutación trapezoidal este tipo de conmutación para obtener el torque lo hace por medio de corrientes sinusoidales desfasadas a 120 grados de una a otra bobina” (Jimbo Tacuri, 2015).



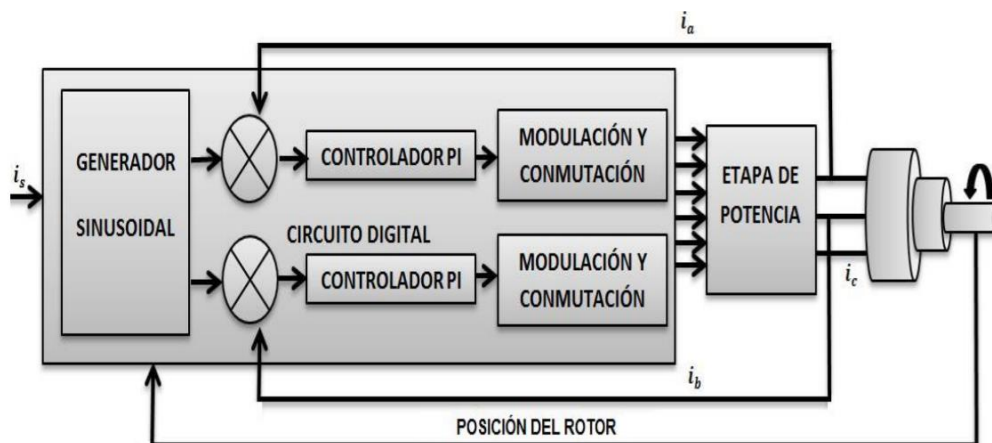
**Figura 19-2.** Conmutación sinusoidal

Fuente: (Jimbo Tacuri, 2015).

“Este tipo de conmutación sinusoidal permite tener un control más complejo y preciso que la trapezoidal, esta conmutación intenta tener un control preciso de la posición del rotor continuamente. Para ello se energiza simultáneamente tres corrientes sinusoidales desfasadas 120 grados a los tres devanados” (Jimbo Tacuri, 2015).

Se obtiene un par motor preciso y progresivo gracias al uso de corrientes sinusoidales. El cual es más suave comparado con la conmutación trapezoidal, esta conmutación sinusoidal limita los picos de torque.

“Una vez generada la señal de la posición del rotor se envía a un control PI. Este control PI dispone de una ganancia y frecuencia de respuesta ante una perturbación de corriente dada, este proceso causa un retraso a la conmutación de fase, generando errores al trabajar a altas velocidades. Al generar estos errores el par motor o torque se reduce debido a la cantidad de corriente entregada, requiriendo más corriente para mantener el par motor” (Jimbo Tacuri, 2015).



**Figura 20-2.** Control de corriente a lazo cerrado por conmutación sinusoidal

Fuente: (Jimbo Tacuri, 2015).



### 2.1.12.3 Control Vectorial – Field Oriented Control (FOC)

“Esté control vectorial o control FOC soluciona el problema que presenta la conmutación sinusoidal al trabajar a altas velocidades, controlando el flujo del par motor de forma independiente.

El Control Orientado a Campo (FOC), es un método complejo que accede a controlar el par motor en altas como bajas velocidades, el control ejercido en las corrientes del estator se puede representar como vector en espacio, tanto ortogonal y rotacional, denominado vectores de espacio D-Q” (Jimbo Tacuri, 2015).

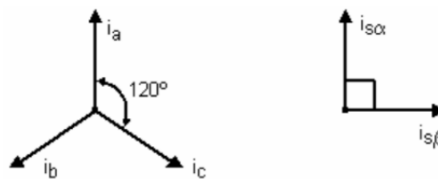
### 2.1.13. Control FOC

Este método de control es considerado el más eficiente de un motor brushless o BLDC, reduce considerablemente el rizado del par motor, haciendo que el motor sea suave y silencioso. La principal característica es transformar las fases de bobinas en coordenadas, par alineado (Q) y flujo alineado (D).

### 2.1.14. Vector espacial y proyección

“Para que funcione este control es esencial transformar matemáticamente las 3 corrientes del espacio estático (a, b, c), a espacio rotacional D-Q.” (Jimbo Tacuri, 2015).

- Transformada de Clarke: “Convierte el sistema de fases ( $i_a$ ,  $i_b$ ,  $i_c$ ), a un sistema de 2 fases ortogonales ( $i_{s\alpha}$ ,  $i_{s\beta}$ )” (Jimbo Tacuri, 2015).



**Figura 21-2.** Transformada de Clarke

Fuente: (Jimbo Tacuri, 2015).

$$\begin{aligned}i_{s\alpha} &= i_a \\i_{s\beta} &= \frac{1}{\sqrt{3}}i_a + \frac{2}{\sqrt{3}}i_b\end{aligned}$$

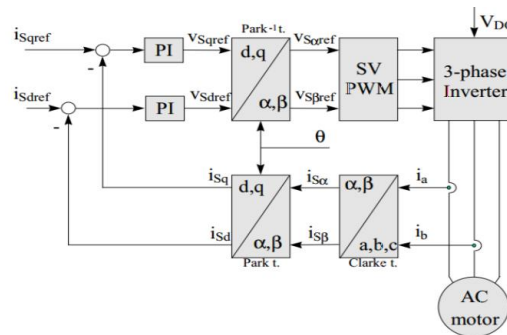
- Transformada de Park: “Convierte el sistema ortogonal-estacionario ( $i_{s\alpha}$ ,  $i_{s\beta}$ ) a un sistema rotacional (D, Q)” (Jimbo Tacuri, 2015).

$$i_{sd} = i_{s\alpha} * \cos\theta + i_{s\beta} * \sin\theta$$

$$i_{sq} = i_{sa} * \sin\theta + i_{s\beta} * \cos\theta$$

### 2.1.15. Lógica de control

- “Como se puede observar en la *figura 22-2*. se tiene una señal de referencia. La corriente de salida del inversor de fase la misma va al control PI, para realizar una transformada de Clarke y Park. Para obtener un sistema rotacional, se utiliza transformadas inversas regresando al estado estacionario” (Jimbo Tacuri, 2015).
- Para producir el giro del rotor es necesario las señales de corriente las mismas que son enviadas las puente inversor y posterior a los terminales adecuados de la bobina, como se puede observar:



**Figura 22-2.** Esquema de un controlador Vectorial

Fuente: (Pernía, 2011).

### 2.1.16. Monitor de Baterías de RV

El monitor de batería es un producto sencillo, pero de suma importancia. Nos permite controlar el funcionamiento real de las baterías con el objetivo de maximizar su vida útil.

En el mercado se ofertan diferentes monitores para vehículos recreativos, a continuación, se presentarán algunos equipos:

#### 2.1.16.1 Monitor de Baterías Bayite DC 6.5-100V 0-100<sup>a</sup>

Este modelo se caracteriza porque en su pantalla permite mostrar información de suma importancia, esta información será necesaria para monitorear permanentemente y mantener las baterías en buenas condiciones, como: corriente, voltaje, potencia y energía.



**Figura 23-2.** Monitor de Baterías Bayite DC 6.5-100V 0-100<sup>a</sup>

**Fuente:** (Hometown, 2021).

#### 2.1.16.2 *Monitor de Batería Victron BMV-712*

Este monitor de batería RV viene con comunicación bluetooth. Permite al usuario monitorear las baterías desde dispositivos como: teléfonos, computadoras o tabletas.



**Figura 24-2.** Monitor de Batería Victron BMV-712

**Fuente:** (Hometown, 2021).

#### 2.1.16.3 *Monitor de Batería AiLi RV*

Este monitor se encuentra entre las mejores opciones. Este monitor puede trabajar con diferentes fuentes de energía, como: plomo ácido, Ion-litio, fosfato de hierro-litio y baterías de hidruro metálico de níquel.



**Figura 25-2.** Monitor de Batería Victron BMV-712

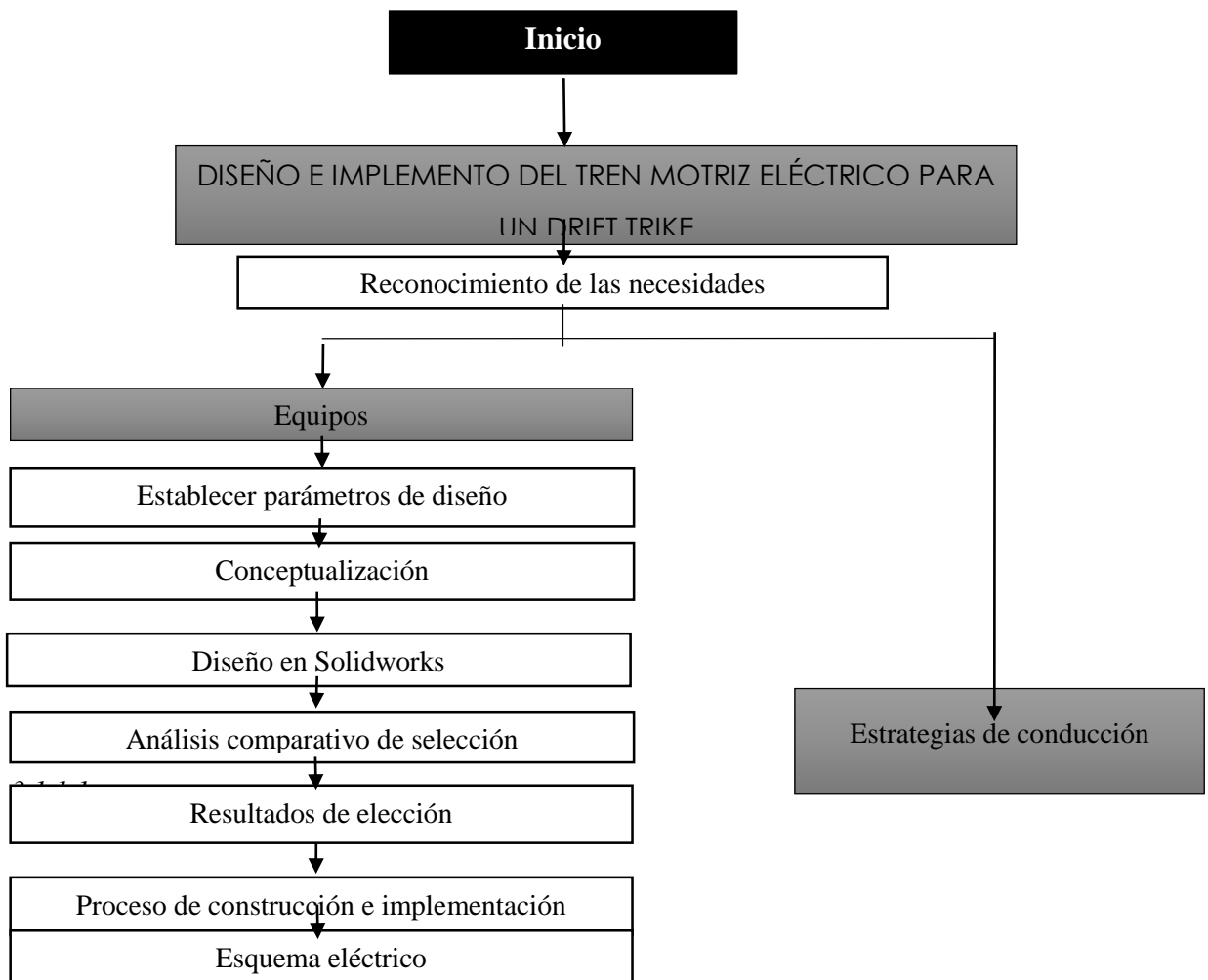
**Fuente:** (Hometown, 2021).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Procedimiento de diseño

El diseño ingenieril es base fundamental para hacer un prototipo seguro, que cumpla con las necesidades del fabricante. Este prototipo debe ser eficiente, seguro y económico de producir. Para ello se realiza una selección de materiales y equipos adecuados mediante un proceso de planificación, concepción y desarrollo. Mediante un flujograma se efectuará las siguientes actividades de manera ordenada.



**Gráfico 1-3.** Diseño (proceso)

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### **3.2. Reconocimiento de las necesidades**

El diseño investiga y analiza las necesidades mediante un proceso de dar forma, materiales, dimensiones, elaboración y la articulación de una maquina o elemento.

En este estudio la necesidad es diseñar e implementar un tren motriz eléctrico en un drift trike con el fin de mejorar las prestaciones y movilidad mediante una selección minuciosa de componentes como: motor eléctrico AC, controlador de corriente, baterías y técnicas de conducción.

### **3.3. Equipos**

En equipos para la implementación se requiere una batería, motor eléctrico brushless (en preferencia que se encuentre empotrado en la rueda), controlador de velocidad dc y medidor de voltaje y amperaje. Que satisfaga y cumplan con un óptimo desempeño al momento de realizar las pruebas.

### **3.4. Establecer parámetros de diseño para un Drift trike**

El triciclo debe contar con las características óptimas de diseño como: estáticas, dinámicas. Estas condiciones permiten al prototipo realizar los respectivos derrapes con seguridad.

Los ejes importantes a ser considerados son:

- Geometría del drift trike
- Carga muerta
- Carga viva
- Sistema de potencia
- Sistema de control

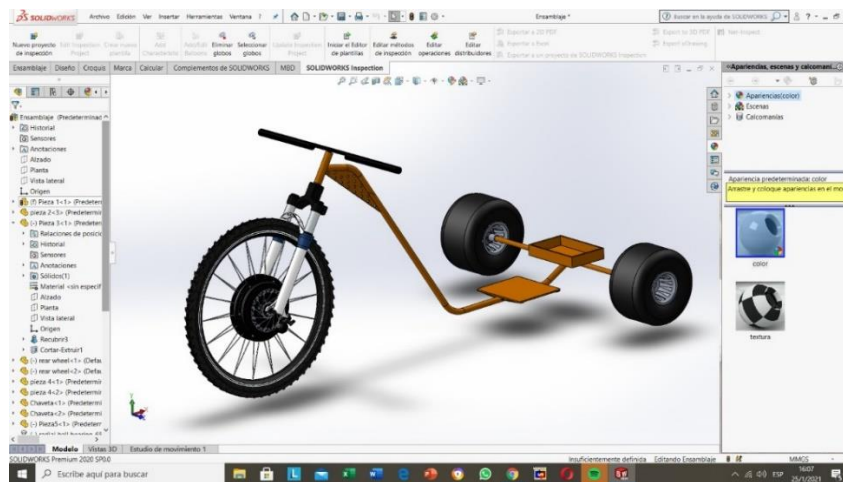
### **3.5. Conceptualización**

Posteriormente de un análisis de los parámetros de diseño el más adecuado es seleccionar un motor eléctrico en la rueda delantera, transmitiendo directamente el giro en dicha rueda, optimizando su potencia, con su controlador y batería correspondiente.

### **3.6. Diseño en SolidWorks**

Previamente a la construcción del drift trike se realiza el diseño. Para ello se hace uso de un software CAD, llamado SolidWorks. A continuación, se presenta el drift trike ensamblado en 3D y en planos de construcción.

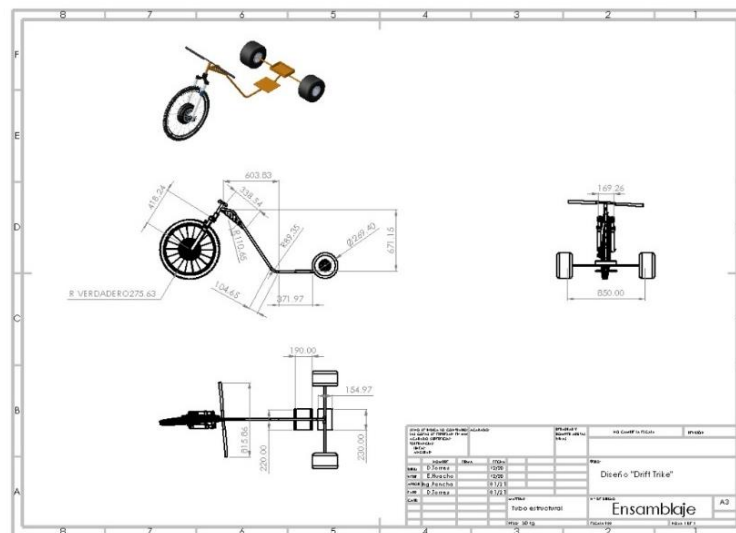
### 3.6.1. *Ensamblaje en 3D*



**Figura 1-3.** Ensamblaje en 3D

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 3.6.2. *Planos de construcción*



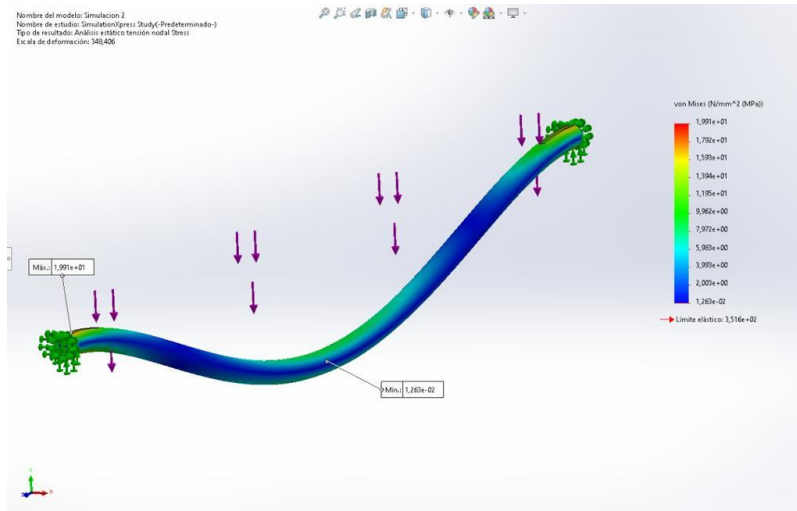
**Figura 2-3.** Planos de construcción

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

## 3.7. *Análisis estructural*

### 3.7.1. *Análisis de los parámetros de diseño del eje posterior*

- *Análisis de esfuerzos*

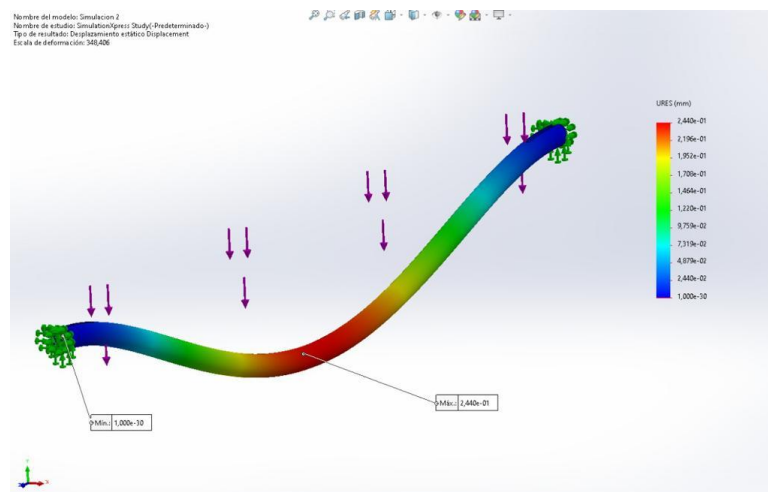


**Figura 3-3.** Análisis de esfuerzos

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

En la figura, se representa los esfuerzos a los que se encuentran sometido el eje posterior, no giratorio. Sirve para soportar las ruedas del **DRIFT TRIKE eléctrico**, su análisis de acuerdo al tipo de cargas que soporta el eje, se considera como esfuerzos combinados. Bajo este concepto es necesario realizar una evaluación del diseño considerando teorías de diseño, para lo cual utilizaremos el criterio de **Von Mises** evaluado mediante el Software SolidWork, estableciéndose un esfuerzo máximo de  $1.99 \times 10^1$  MPa, el mismo que se encuentra en los extremos del eje y sirve como soporte de las ruedas posteriores con el mínimo tiene un valor de  $1.63 \times 10^2$  MPa en la parte central del eje. Por lo que se determina que, el diseño es seguro y no supera el esfuerzo de fluencia del material 300MPa.

- **Deflexión**

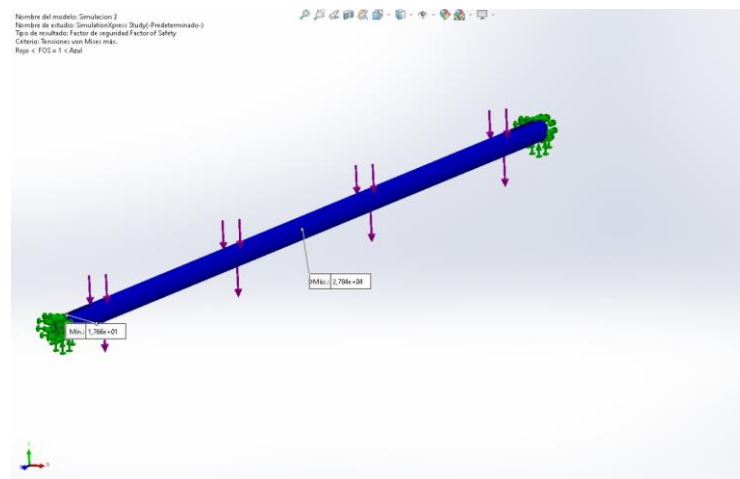


**Figura 4-3.** Deflexión

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

En la figura, se visualiza un factor predominante en el diseño de ejes. Al considerar la deflexión máxima que sufrirá el eje estando ligado directamente con desalineación permisible de los bujes y su vez el balanceo correcto de las llantas, son los elementos que me permiten realizar las diferentes piruetas, las mismas que se encuentran cubiertas de PVC para mejorar el deslizamiento con respecto al pavimento. Además, se debe considerar que el eje soporta el 80% de las cargas de todo el vehículo; siendo esta de  $2.44e^{01}$  mm se evidencia su cumplimiento. La deflexión que se encuentra dentro de los parámetros aceptables de acuerdo las consideraciones para estos casos “Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley”.

- **Factor de seguridad**



**Figura 5-3.** Factor de seguridad

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

En la figura, se determina el factor de seguridad. Es la relación existente entre los esfuerzos a la se encuentra sometido el eje y el límite de fluencia del material seleccionado, este cálculo se lo realiza mediante modelos matemáticos establecidos por SolidWorks. Con este criterio de diseño y simulación virtual, se establecen los puntos críticos de la estructura donde tendería a fallar, obteniendo un factor de seguridad máximo  $2.784e^{04}$  ubicado en el centro del eje y el mínimo  $1.766e^{01}$  en los extremos, donde se apoyan las ruedas y, por ende, cumple con los estándares de diseño.

- **Resumen del análisis estático eje posterior**

**Tabla 1-3.** Análisis estático eje posterior

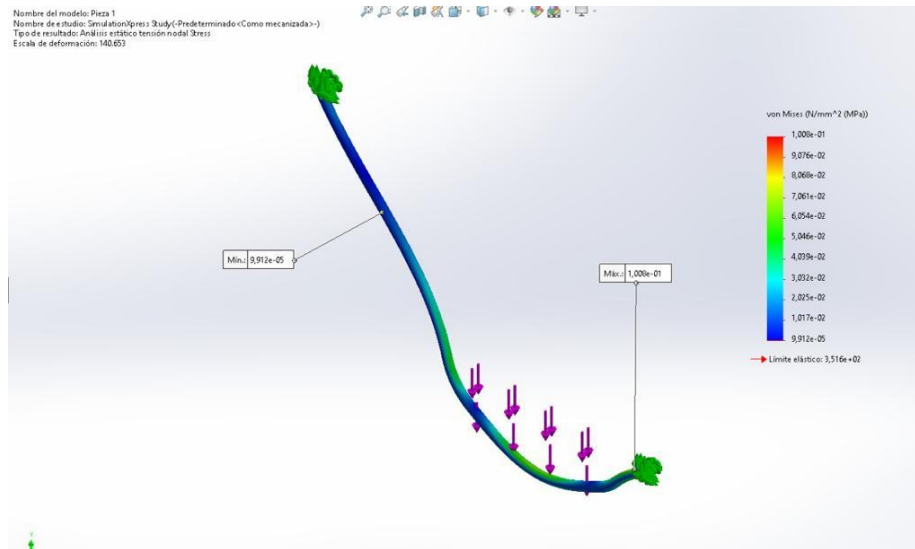
Resumen de Resultados	
<b>Esfuerzo máximo (Von Mises)</b>	Max: $1.99e^{01}$ MPa; Min: $1.63e^{02}$ MPa
<b>Desplazamiento</b>	Max: $2.44e^{01}$ mm; Min: $1.00e^{30}$ mm
<b>Factor de seguridad</b>	Max: $2.784e^{04}$ ; Min: $1.766^{01}$

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.



### 3.7.2. Análisis de los parámetros de diseño del cuadro

- **Análisis de esfuerzos**

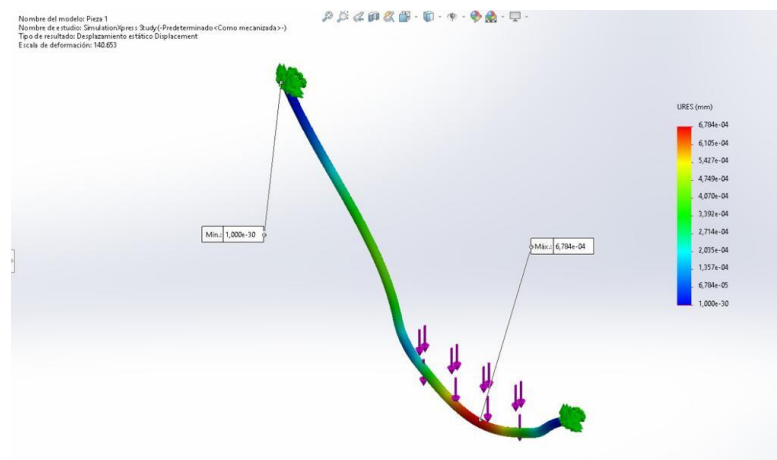


**Figura 6-3.** Análisis de esfuerzos

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

En figura, se visualiza el análisis de los esfuerzos a la que se encuentra sometida la estructura del cuadro del **DRIFT TRIKE eléctrico**. En este caso es necesario realizar una evaluación de acuerdo a las teorías de diseño, por medio del modelamiento del Software SolidWorks. Para ello se considera el criterio de **Von Mises**, obteniendo un esfuerzo mínimo de  $1.008e^{0.1}$ MPa en la conexión con el eje posterior y un máximo de  $9.912e^{05}$ MPa en la curvatura superior antes de la conexión del manubrio; Los mismos que no superan el esfuerzo de fluencia del material 300MPa.

- **Deflexión**

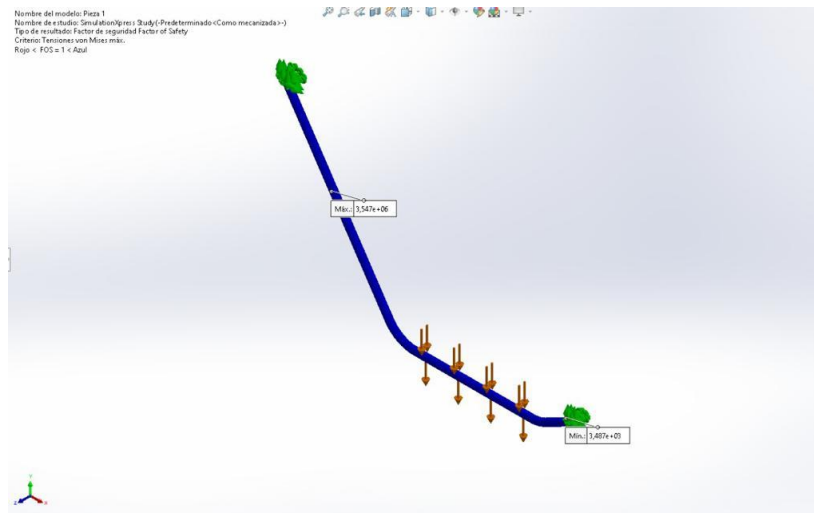


**Figura 7-3.** Deflexión

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

En la figura, se determinan los desplazamientos del cuadro. Este es un parámetro de importante, ya que el mismo se encuentra sometido a flexión y de acuerdo al modelamiento realizado por Software SolidWorks, la deflexión máxima es  $6.784e^{04}$ , la misma que se encuentra en la parte inferior donde se sitúa el piloto y un mínimo cerca del manubrio. Este resultado nos genera confiabilidad con respecto a la estabilidad del **DRIFT TRIKE eléctrico**.

- **Factor de seguridad**



**Figura 8-3.** Factor de seguridad

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

En la figura, se comprueba el factor de seguridad. Es el principal componente del diseño de toda máquina; es el resultado entre el esfuerzo máximo producido por las diferentes cargas a la se encuentra sometido el cuadro del **D.T.E.** vs. la resistencia a la fluencia del material.

Los puntos críticos establecidos sobre una posible falla del cuadro generados por el software SolidWorks son:  $3.547e^{06}$  como máximo ubicado en la curvatura superior cerca del apoyo del manubrio y un mínimo  $3.487e^{03}$  en la unión del eje posterior; lo que se considera como un análisis seguro del elemento.

- **Resumen del análisis estático estructura del cuadro**

**Tabla 2-1.** Análisis estático estructural del cuadro

Resumen de Resultados	
<b>Esfuerzo maximo (Von Mises)</b>	Max: $1.008e^{0.1}$ MPa; Min: $9.912e^{05}$ MPa
<b>Desplazamiento estático</b>	Max: $6.784e^{04}$ mm; Min: $1.00e^{30}$ mm
<b>Factor de seguridad</b>	Max: $547e^{06}$ ; Min: $3.487e^{03}$

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 3.8. Análisis comparativo de selección

Para la selección de equipos como: motor eléctrico, baterías y controlador se aplica una matriz del método ordinal de criterios ponderados, lo cual permitirá obtener resultados evaluados cuantitativamente. De esta manera podremos seleccionar el equipo que nos brinde mayor beneficio.

En cuanto a la escala de evaluación para cada criterio se considera:

**Tabla 3-3.** Escala de evaluación

Escala de Evaluación	
5	Mejor
3	Intermedio
1	Bajo

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 3.8.1. *Parámetros de selección de un motor eléctrico CC*

Se consideró los parámetros más importantes para seleccionar un motor eléctrico CC:

- Potencia
- Torque
- Peso
- Velocidad
- Eficiencia
- Costo

Esta información proporcionada por el fabricante es necesaria para realizar una correcta selección de motor.

Se analizó ambos tipos de motores corriente continua (CC) como: motor CC con escobillas y motor cc sin escobillas o motor brushless. De los cuales se llegó a la conclusión que los motores brushless brindan mayores beneficios como: mayor durabilidad, mayor autonomía, no requieren de mantenimiento y no genera ruido debido al rozamiento de las escobillas. Por estas principales características se decidió trabajar con los motores brushless.

Se ha seleccionado 3 diferentes marcas como se muestra en la tabla 4-3.

**Tabla 4-3.** Marcas de motor eléctrico

Marca	VOILAMART	UNITE MOTOR	EGO MOTOR
<b>Modelo</b>	Rearwheel-48V1500W	MY 1020 1000W 48V/36V	1200W/2400W EGO kits
<b>Tipo</b>	Brushless	Brushless	Brushless
<b>Ubicación</b>	Empotrado en la llanta.	Transmisión por cadena, piñón.	Transmisión por cadena, junto a la catalina.
<b>Voltaje</b>	48V	36, 48 V	52V
<b>Potencia mínima</b>	750W	400W	1200W
<b>Potencia máxima</b>	1500W	1000W	2400W
<b>Mantenimiento</b>	Libre	Libre	libre
<b>Torque</b>	45N.m	1,9-3,2 N.m	30N.m
<b>Eficiencia en pendientes</b>	79%	78%	80%
<b>Disponibilidad</b>	Inmediata	Inmediata	Tiempo de espera: 45 días.
<b>Peso</b>	9,8 kg.	3,5 kg.	10,1 kg.
<b>Velocidad</b>	50 km/h	30 km/h	45km/h
<b>Precio sin importación</b>	\$ 350.00	\$ 178.00	\$ 2500.00

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 3.8.2. Matriz de selección de un motor eléctrico

De acuerdo a los valores obtenidos por la tabla 5-3 se selecciona el motor de marca: *Voilamart*, modelo: *Rearwheel 48V 1500W*. Obteniendo un valor de 3,8/5, por encima de los otros motores eléctricos. A continuación, se muestra la importancia en porcentaje considerando los parámetros ya analizados, para la selección del motor eléctrico AC.

**Tabla 5-3.** Criterios de selección

Criterios o Factores de Selección	
Nombre del criterio	Peso (% de importancia)
<b>Potencia</b>	20%
<b>Torque</b>	20%
<b>Velocidad</b>	20%
<b>Eficiencia</b>	20%
<b>Peso</b>	10%
<b>Precio</b>	10%
<b>Total</b>	100%

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 6-3.** Escala de evaluación

Escala de Evaluación	
5	Mejor
3	Intermedio
1	Bajo

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 7-3.** Criterio de Evaluación

Criterio de Evaluación	VOILAMART Modelo: Rearwheel 48V1500W		CHINO Modelo: MY 1020 1000W 48V/36V		EGO MOTOR Modelo: 1200W/2400W EGO kits	
	Criterio	Fact. Ponderación	Criterio	Fact. Ponderación	Criterio	Fact. Ponderación
Potencia	3	0,6	1	0,2	5	1
Torque	5	1	2	0,4	4	0,8
Peso	3	0,6	5	1	2	0,4
Velocidad	5	1	4	0,8	3	0,6
Eficiencia	3	0,3	3	0,3	5	0,5
Precio	3	0,3	5	0,5	1	0,1
Suma de factores		<b>3,8</b>		3,2		3,4

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 3.8.3. *Parámetros de selección del sistema de control eléctrico*

El sistema de control eléctrico de un motor eléctrico AC es la parte esencial para el funcionamiento del drift trike, está encargado de generar el movimiento y determinar la tanto la velocidad como posición del motor. Para realizar una correcta selección se analizarán varios parámetros como:

- Corriente máxima
- Potencia nominal de carga
- Peso
- Precio

En la tabla 8-3 se presentan tres tipos de controladores con diferentes características:

**Tabla 8-3.** Características de los controladores

Marca	KUN RAY	PASION EBIKE	SHENZHEN HZ INDUSTRY
Procedencia	China	China	China
Tipo	Brushless Motor Controller	Brushless Motor Controller	Brushless Motor Controller
Voltaje	48V, 60V	36V, 48V	48V, 60V, 64V
Corriente de fase	28 A	22A	22A
Corriente máxima por minuto	45A	40±1 A	40A
Potencia	2000W	1500W	1500W
Peso	2,1 libras	0,9 libras	1,87 libras
Refrigeración	Aire	Aire	Aire
Precio sin importación	\$ 181.00	\$ 89.75	\$ 66.59

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 3.8.4. *Matriz de selección del sistema de control eléctrico*

De acuerdo a los valores obtenidos por la tabla 9-3. Se selecciona el controlador de marca: *Shenzhen HZ industry*, modelo: *48V-64V 2000W*. Obteniendo un valor de 4,5/5, por encima de los otros sistemas de control eléctricos.

En la tabla 9-3 se muestra la importancia en porcentaje considerando los parámetros ya analizados para la selección del controlador eléctrico.

**Tabla 9-3.** Criterios de selección y escala de evaluación

Criterios o Factores de Selección	
Nombre del criterio	Peso (% de importancia)
Voltaje	20%
Potencia	20%
Amperaje nominal	20%
Amperaje Pico	20%
Precio	10%
Peso	10%
Total	100%

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

Escala de Evaluación	
5	Mejor
3	Intermedio
1	Bajo

**Tabla 10-3.** Criterio de Evaluación

Criterio de evaluación	KUN RAY		PASION EBIKE		SHENZHEN HZ INDUSTRY	
	Criterio	Fact. Ponderación	Criterio	Fact. Ponderación	Criterio	Fact. Ponderación
Voltaje	4	0,8	3	0,6	5	1
Potencia	5	1	3	0,6	5	1
Amperaje nominal	3	0,6	4	0,8	4	0,8
Amperaje pico	5	1	4	0,8	4	0,8
Precio	2	0,2	4	0,4	5	0,5
Peso	3	0,3	5	0,5	4	0,4
Suma de factores		3,9		3,7		<b>4,5</b>

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 3.8.5. Dimensionamiento de baterías

De acuerdo a los datos del fabricante de los elementos previamente seleccionados como: motor eléctrico, voltaje y potencia necesarios para la movilización del drift trike.

$$Potencia = 1000W$$

$$Voltaje = 48V$$

Energía requerida por el motor: 1000Wh

$$\frac{1000Wh}{48V} = 20.83Ah$$

### 3.8.6. Parámetros de selección de baterías

Para lograr obtener un óptimo rendimiento y por ende una autonomía mayor es necesario analizar diferentes parámetros que contribuyen a mejorar la eficiencia del prototipo.

- Tensión y corriente eléctrica
- Autonomía
- Peso
- Tecnología
- Efecto memoria
- Vida útil

En la tabla 11-3 se presentan tres tipos de baterías eléctricas con diferentes características.

**Tabla 11-3.** Tipos de baterías eléctricas

Marca	GOLDEN MOTOR	BIONX	GOLDEN MOTOR
Procedencia	China	Alemania	China
Modelo	Battery 36V10Ah	Bionx limn	Battery 48V10Ah
Voltaje	36V.	48V.	48V.
Material químico	Iones de litio (li-ion)	Litio-óxido de manganeso (LiMn)	Iones de litio (li-ion)
Amperaje Nominal	10Ah.	6,3Ah.	10Ah.
Corriente de carga	2,5 <sup>a</sup>	3A	3 <sup>a</sup>
Peso	3.5 Kg	5 Kg	4.5 Kg
Ciclo de vida	600 ciclos	800 ciclos	1000 ciclos
Precio sin importación	\$ 215.00	\$ 289.00	\$ 396.00

Fuente: (Gabriela, 2015).

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 3.8.7. Matriz de selección de baterías

De acuerdo a los valores obtenidos por la tabla 12-3 se selecciona la batería eléctrica de marca: *Golden Motor*, modelo: *battery 48V10Ah*. Obteniendo un valor de 3,6/5, por encima de las otras baterías eléctricas.

En la tabla 12-3 se muestra la importancia en porcentaje considerando los parámetros a analizados para la adecuada selección de la batería.

**Tabla 12-3.** Factores de selección de baterías y escala de evaluación

Criterios o factores de selección	
Nombre del criterio	Peso (% de importancia)
Voltaje	20%
Amperaje nominal	20%
Corriente de carga	10%
Ciclo de vida	20%
Peso	10%
Precio	20%
Total	100%

Escala de evaluación	
5	Mejor
3	Intermedio
1	Bajo

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.



**Tabla 13-3.** Criterio de evaluación

Criterio de evaluación	GOLDEN MOTOR		BIONX	GOLDEN MOTOR		
	Criterio	Fact. Ponderación	Criterio	Fact. Ponderación	Criterio	Fact. Ponderación
Voltaje	3	0,6	5	1	5	1
Amperaje nominal	3	0,6	2	0,4	3	0,6
Corriente de carga	3	0,3	4	0,4	4	0,4
Ciclo de vida	3	0,6	4	0,8	5	1
Peso	5	0,5	3	0,3	4	0,4
Precio	4	0,8	3	0,6	1	0,2
Suma de factores		3,4		3,5		<b>3,6</b>

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 3.8.8. Selección de un monitor RV

Para realizar una correcta selección de un monitor RV debemos tomar en cuenta ciertos parámetros de suma importancia. Como se detalla a continuación:

- Monitor multifunciones
- Dimensiones
- Precio sin importar
- Peso

Dentro del mercado se dispone de una gran variedad de este tipo de monitores. De los cuales se seleccionaron los 3 debido a que brindan un mayor beneficio. En la tabla 14-3. se presentan tres tipos de baterías eléctricas con diferentes características.

**Tabla 14-3.** Tipos de monitores

Marca	MONITOR AiLi RV	MONITOR VICTRON BMV-712	MONITOR BAYITE DC6.5-100V 0-100A
Modelo	Caravana RV Motorhome	Battery Monitor BMV-712	Bayite cc 6.5-100V
Monitor multifunciones	Voltaje, Corriente, Estado de carga, Capacidad de batería Ah	Voltaje Corriente Consumo Tiempo restante Temperatura Historial	Voltaje Corriente Potencia Energía
Dimensiones	6 x 6 x 2.1 pulgadas	10 x 9 x 3 pulgadas	1.97 x 0.96 x 3.4 pulgadas

<b>Precio sin importar</b>	\$ 44.00	\$ 206.55	\$ 15.99
<b>Peso</b>	15.2 onzas	26.08 onzas	8.2 onzas
<b>Rango de Voltaje</b>	8-80V	Nd	6.5-100V
<b>Rango de Amperaje</b>	0-550A	Nd	0-100V

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 3.8.9. *Matriz de selección del monitor RV*

De acuerdo a los valores obtenidos por la tabla 15-3 se selecciona el monitor RV de marca: *MONITOR BAYITE DC6.5-100V 0-100A*. Obteniendo un valor de 3,8/5, por encima de los otros monitores RV.

En la tabla 15-3 se muestra la importancia en porcentaje con respecto a los parámetros a analizar para la selección del controlador eléctrico.

**Tabla 15-3.** Factores de selección y escala de evaluación

Criterios o factores de selección	
Nombre del criterio	Peso (% de importancia)
Multifunciones	40%
Dimensiones	25%
Precio	25%
Peso	10%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Escala de evaluación	
5	Mejor
3	Intermedio
1	Bajo

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 16-3.** Selección de monitores

Criterio de evaluación	MONITOR AiLi RV		MONITOR VICTRON BMV-712		MONITOR BAYITE DC6.5-100V 0-100A	
	Criterio	Fact. Ponderación	Criterio	Fact. Ponderación	Criterio	Fact. Ponderación
<b>Multifunciones</b>	1	0,4	5	2	2	0,8
<b>Dimensiones</b>	4	1	3	0,75	5	1,25
<b>Precio</b>	3	0,75	2	0,5	5	1,25
<b>Peso</b>	4	0,4	3	0,3	5	0,5
<b>Suma de factores</b>		2,55		3,55		<b>3,8</b>

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 3.9. Planificación o cronograma de actividades

En la siguiente tabla se describen los tiempos empleados para la realización del proyecto: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN TREN MOTRIZ ELÉCTRICO EFICIENTE PARA UN DRIFT TRIKE”

**Tabla 17-3.** Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	TIEMPO ESTIMADO (EN SEMANAS)	OBSERVACIONES
Marco teórico	6 semanas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Investigación sobre:</li><li>• Antecedentes.</li><li>• Planteamiento del problema.</li><li>• Justificación.</li><li>• Objetivos.</li><li>• Consideraciones técnicas y tecnológicas.</li><li>• Estado del arte.</li></ul>
Metodología	2 semanas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Procedimiento de diseño.</li><li>• Establecer parámetros de diseño.</li><li>• Diseño en SolidWorks.</li><li>• Matriz de selección de motor, controlador, baterías.</li><li>• Resultados de elección.</li></ul>
Construcción	5 semanas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Adquisición de materiales.</li><li>• Corte y doblado de las partes.</li><li>• Soldadura de las partes.</li><li>• Pintado de la estructura.</li><li>• Montaje de los sistemas mecánicos, frenos, dirección, eléctrico y asiento.</li></ul>
Evaluación y pruebas	3 semanas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estrategia de conducción.</li><li>• Evaluación de equipos.</li><li>• Análisis de resultados.</li><li>• Resultados obtenidos.</li></ul>
Gestión de proyecto	1 semana	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cronograma de actividades</li><li>• Proforma de recursos de adquisición de equipos</li></ul>
Entrega del proyecto	1 semana	<ul style="list-style-type: none"><li>• Entregar el trabajo de grado y que se proceda a las respectivas correcciones</li></ul>

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 3.10. Recursos en la adquisición de equipos

A continuación, en la siguiente tabla se detalla los gastos generados para la realización del proyecto.

**Tabla 18-3.** Tabla de gastos

ORDEN	DETALLE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Batería Golden Motor (48V10Ah)	1	\$ 700,00	\$ 700,00
	Amperímetro DC 6.5-100V 0-100A	1	\$ 40,00	\$ 40,00
2	Motor eléctrico Voilamart (48V 1500W)	1	\$ 350,00	\$ 350,00
3	Controlador de velocidad (48V-64V 2000W)	1	\$ 80,00	\$ 80,00
4	Correas plásticas	20	\$ 0,25	\$ 5,00
5	Cables eléctricos flexible #12 (10m)	10	\$ 0,50	\$ 5,00
6	Acelerador eléctrico	1	\$ 60,00	\$ 60,00
8	Pintura del chasis	1	\$ 80,00	\$ 80,00
7	Llantas	3	\$ 60,00	\$ 180,00
8	Asiento conductor	1	\$ 75,00	\$ 75,00
9	Volante de bicicleta	1	\$25,00	\$ 25,00
10	Potencia	1	\$ 10,00	\$ 10,00
11	Rodamientos	4	\$ 2,50	\$ 10,00
12	Pernos tornillos y arrandelas	20	\$ 0,50	\$ 10,00
13	Caja plástica 2x6 cm	1	\$ 5,00	\$ 5,00
14	Terminales	15	\$ 0,15	\$ 2,25
15	Manguera corrugada negra	10	\$ 10,00	\$ 10,00
16	Tubo circular 2 pulg	2	\$ 20,00	\$ 40,00
			<b>TOTAL</b>	\$ 1687,25

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS

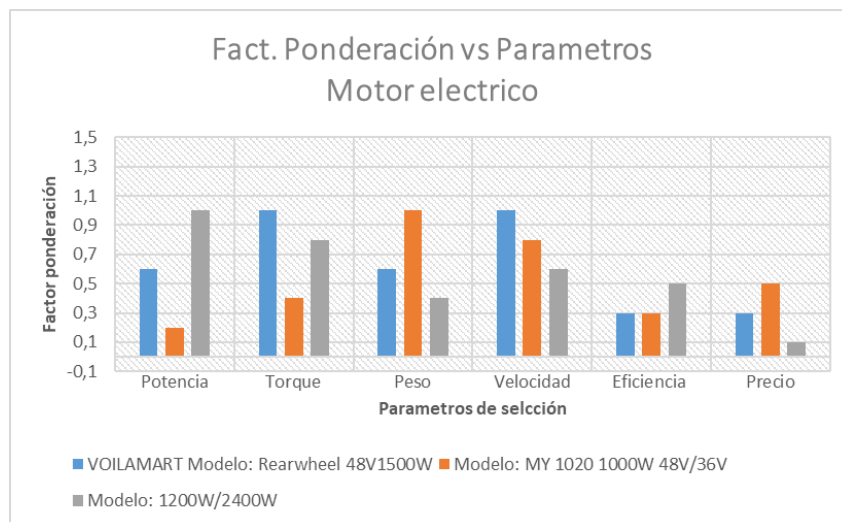
#### 4.1. Resultados de elección

Se realizó un análisis detallado de cada equipo a seleccionarse. Para ello se realizó con ayuda del método de criterios ponderados.

Como resultado tenemos que los mejores equipos para diseñar un tren motriz eficiente son:

##### 4.1.1. Motor:

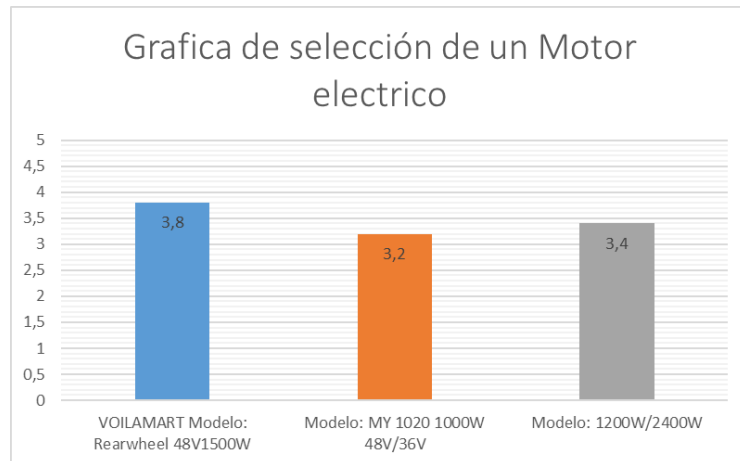
En el gráfico 1-4 se puede apreciar el factor de ponderación de acuerdo a la importancia en porcentaje (%) dado a cada parámetro.



**Gráfico 1-4.** Factores ponderación vs. Parámetros motor eléctrico

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

A continuación, se procede a sumar los factores de ponderación por cada motor como se puede observar en el gráfico 2-4. Obteniendo como resultado que la mejor opción es un motor de marca: *Voilamart*, modelo: *Rearwheel 48V 1500W*. Con un valor de 3.8/5.



**Gráfico 2-4.** Selección de un motor eléctrico

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 1-4.** Motor seleccionado

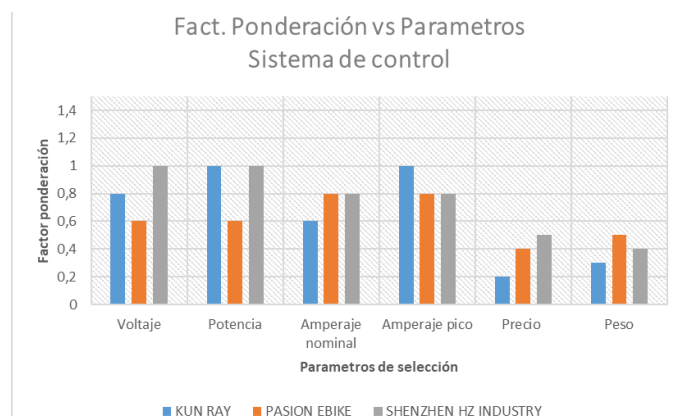
<b>Marca:</b> <i>Voilamart</i>	
<b>Modelo:</b> <i>Rearwheel 48V 1500W</i>	

Fuente: (Hometown,2021).

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 4.1.2. Controlador

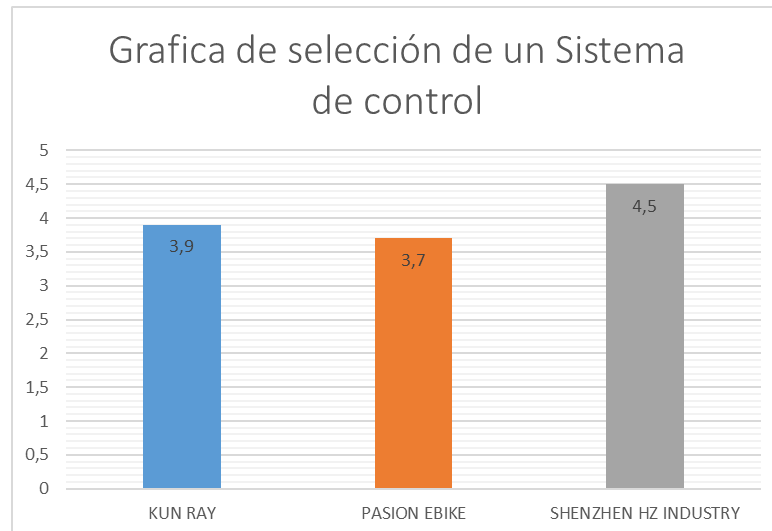
En el gráfico 3-4 se puede apreciar el factor de ponderación de acuerdo a la importancia en porcentaje (%) dado a cada parámetro.



**Gráfico 3-4.** Ponderación vs Parámetros Sistema de control

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.


A continuación, procedemos a sumar los factores de ponderación por cada controlador como se puede observar en el gráfico 4-4. Se obtiene como resultado que la mejor opción para seleccionar un sistema de control eléctrico es de marca: *Shenzhen Industry*, modelo: *48V-64V 2000W*. Con un valor de 4.5/5.



**Gráfico 4-4.** Selección de un Sistema de control

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 2-4.** Controlador seleccionado

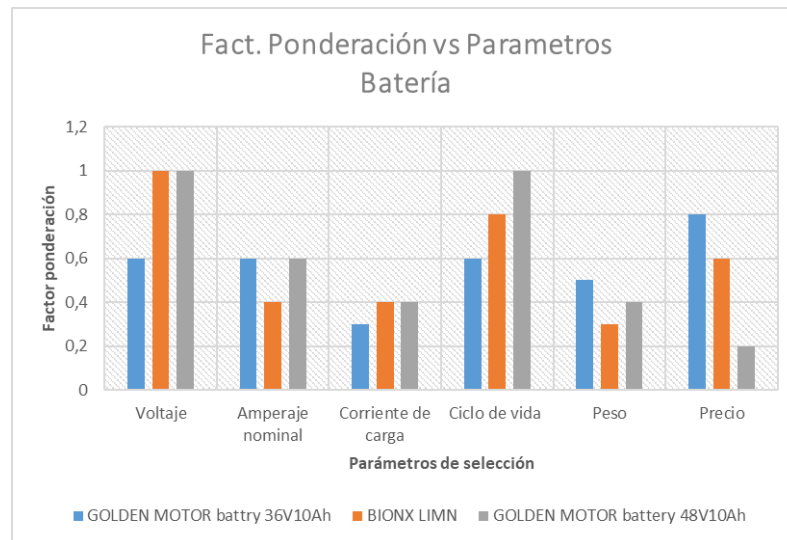
<p><b>Marca:</b> <i>Shenzhen Industry</i></p>	
<p><b>Modelo:</b> <i>48V-64V 2000W</i></p>	

**Fuente:** (Hometown,2021).

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

### 4.1.3. Baterías

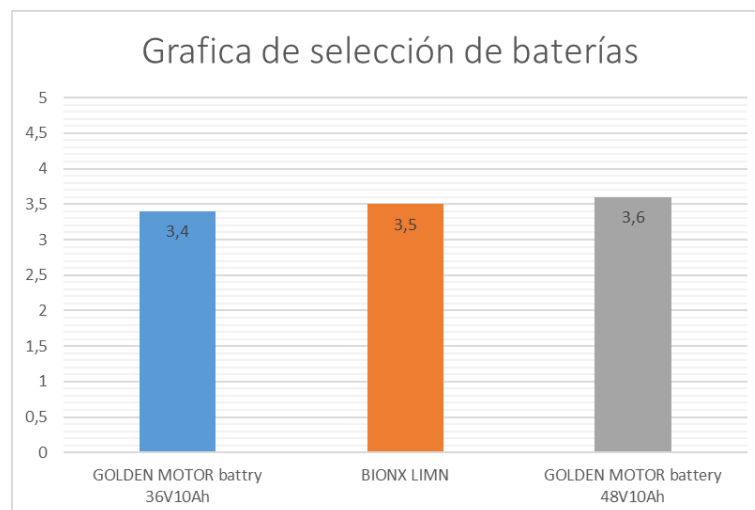
En el gráfico 5-4, se puede apreciar el factor de ponderación de acuerdo a la importancia en porcentaje (%) dado a cada parámetro.



**Gráfico 5-4.** Ponderación vs Parámetros Batería

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

A continuación, procedemos a sumar los factores de ponderación por cada batería como se puede observar en el gráfico 6-4. Obteniendo como resultado que la mejor opción es una batería eléctrica marca: *GOLDEN MOTOR*, modelo: *battery 48V10Ah*. Con un valor de 3.6/5.




**Gráfico 6-4.** Selección de baterías

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.



**Tabla 3-4:** Batería seleccionada

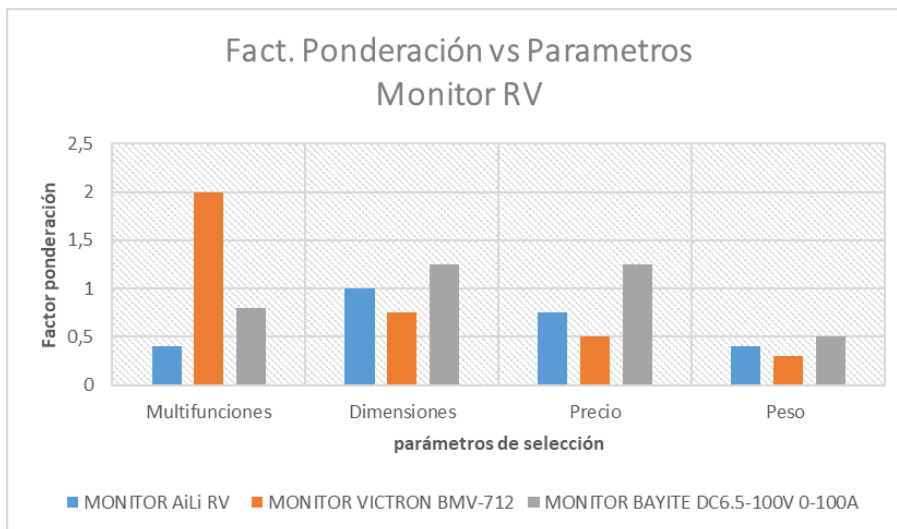
<p><b>Marca:</b> <i>GOLDEN MOTOR</i></p>	
<p><b>Modelo:</b> <i>“battery 48V10Ah”</i></p>	

**Fuente:** (Hometown, 2021).

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 4.1.4. *Monitor RV*

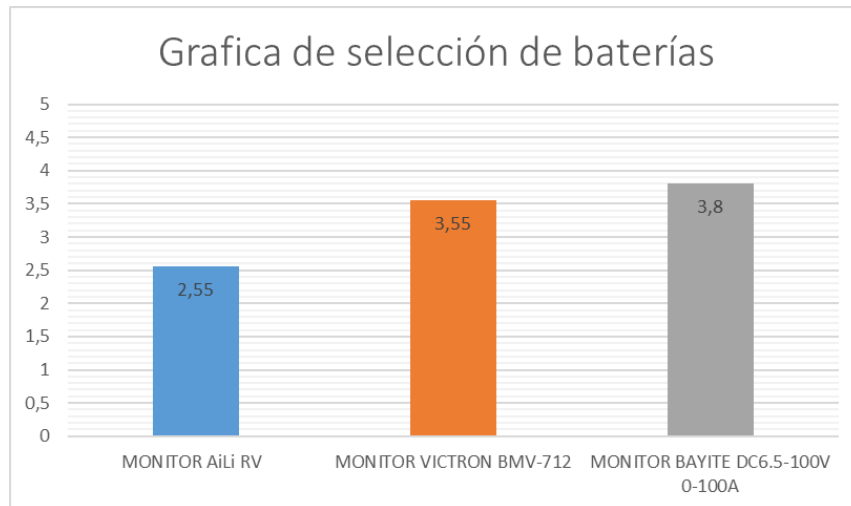
En el gráfico 7-4, se puede apreciar el factor de ponderación de acuerdo a la importancia en porcentaje (%) dada a cada parámetro.



**Gráfico 7-4.** Ponderación vs Parámetros Monitor RV

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

A continuación, procedemos a sumar los factores de ponderación por cada motor como se puede observar en el gráfico 8-4. Obteniendo como resultado que la mejor opción es un monitor de marca: *BAYITE*, modelo: *DC 6.5-100V 0-100A*. Con un valor de 3.8/5.



**Gráfico 8-4.** Selección de baterías

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 4-1:** Monitor seleccionado

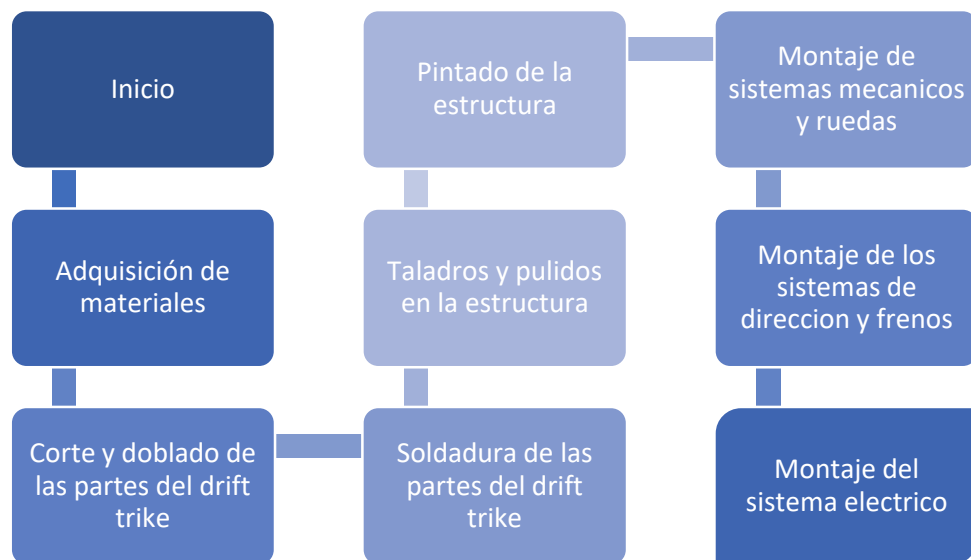
<p><b>Marca:</b> BAYITE</p>	
<p><b>Modelo:</b> “DC 6.5-100V 0-100A.”</p>	

**Fuente:** (Hometown, 2021).

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 4.2. Proceso de construcción e implementación

Se presenta un esquema, en el que se detalla paso a paso el proceso de construcción e implementación del tren motriz eléctrico en un “drift trike”.



**Gráfico 9-4.** Construcción de un Drift Trike

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 4.2.1. *Adquisición de materiales*

En esta fase se compra todos los materiales para la construcción del drift trike en la tabla 5-4 se detalla cada material y en la tabla 6-4 las herramientas y máquinas a utilizar para el proceso de construcción.

**Tabla 5-4:** Materiales

Material	Cantidad
Tubo circular de 2"	1
Rodamientos	4
Electrodos 6011	1 lb
Tuercas y pernos	10
Disco de corte	1
Pintura	1 lt
Lija #100	5
Sistema de freno hidráulico	1
Bridas plásticas	25

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 6-4:** Maquinaria y herramientas

Maquinaria y herramienta	Cantidad
Amoladora	1
Dobladora de tubos	1
Compresor	1
Taladro manual	1
Cortadora de hierro	1
Juego de llaves	1
Multímetro	1
Flexómetro y escuadras	1
Soldadora	1
Alicates	1
Taípe	3

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 4.2.2. *Corte y doblado de las partes del drift trike.*

En esta fase se realiza los cortes y doblados de los tubos con las dimensiones según los planos ya diseñados.



**Figura 26.** Corte y doblado de tubos

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 4.2.3. *Soldadura de las partes del drift trike*

Antes de proceder a la soldadura se verifica que los acoples entrelacen correctamente, luego se realizamos unos puntos de suelda.

Analizar que los ángulos, uniones y dimensiones sean las correctas

Realizar la suelda definitiva entre las partes

Las partes por soldar son:

- Base de batería
- Soporte para el asiento

- Soporte de la dirección con la columna principal de la estructura
- Eje posterior sobre la columna principal



**Figura 2-4.** Partes del drift trike

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### **4.2.4. Taladros y pulidos en la estructura**

En este paso se realiza un pulido de todas las uniones que fueron soldadas con el fin de eliminar excesos de material y dar un mejor acabado a la estructura (Welding, 2010).



**Figura 3-4.** Partes del drift trike

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### **4.2.5. Pintado de la estructura**

Se realiza el pintado mediante un horno de pintura para un acabado más durable y de mejor calidad a continuación, los pasos para pintar son:

- Lijar toda la estructura (lija #100)
- Aplicar el fondo
- Pintar del color deseado

#### **4.2.6. Montaje de sistemas mecánicos y ruedas**

El sistema mecánico se encuentra en el eje posterior donde se realizó una adaptación con rodamientos en las manzanas, para tener un eje fijo con el fin de ser más rígido y poder montarle en el mismo una base para la batería

Se utilizó ruedas usadas de karting recubiertas de PVC (polímero monómero de cloruro de vinilo). Las ubicamos en las manzanas asegurándolas con pernos.



**Figura 4-4.** Montaje de sistemas mecánicos y ruedas

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### **4.2.7. Montaje de los sistemas de dirección y frenos**

El montaje del sistema de dirección es instalar las pistas y rodamientos donde va sujeto la horquilla a continuación se procede a colocar la potencia y el manillar.

Teniendo en cuenta que el volante debe estar alineado con la rueda.



**Figura 5-4.** Montaje de los sistemas de dirección y frenos

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

El montaje del sistema de frenos es colocar el disco de freno en la rueda delantera y asegurar mediante pernos.

Posteriormente medimos la distancia de la manguera que va de la manilla de accionamiento al disco de freno, instalamos la manilla de accionamiento. Para culminar esta fase realizamos una calibración.

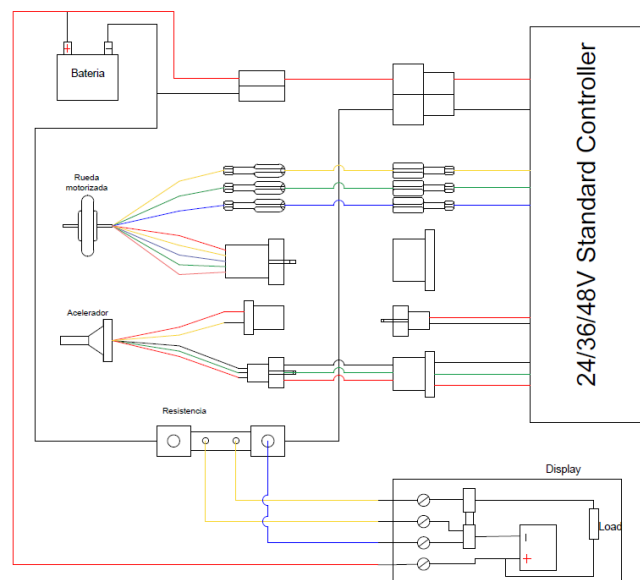


**Figura 6-4.** Calibración del frenado

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 4.2.8. *Montaje del sistema eléctrico.*

Mediante un esquema eléctrico se explicará cómo se realizó la instalación del circuito eléctrico:



**Figura 7-4.** Montaje del sistema eléctrico y asiento

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

Todos los componentes eléctricos descritos en el diagrama se colocaron de manera estratégica, con el objetivo de adquirir un centro de gravedad óptimo.

La instalación de la batería y el controlador se realizó en una base metálica con todas las seguridades contra volcamiento y cortocircuito

Previamente comprobado todos los sistemas eléctricos con las herramientas necesarias, se asegura cables, manilla del acelerador, uniones, aislamiento de cables, alimentación y GND

Finalmente se implementó un dispositivo que mide el amperaje y voltaje. Su funcionamiento es medir directamente de la carga su conexión que va del negativo del controlador a el negativo de batería, mediante una resistencia obtenemos los datos y se proyecta en un display. Estos datos permiten un estudio de consumo de batería del dirft trike.

### 4.3. Estrategia de conducción

Para este proceso de la metodología de conducción se realiza el estudio de dos estrategias para cada pista predeterminada. Posteriormente, se asigna y especifica detalladamente las características de cada pista y estrategia.

#### Pista:

- Pista A: Inclinación de la pista 0 grados.
- Pista B: Inclinación de la pista 3 grados.

#### Metodología

- Estrategia 1: aceleración máxima, mantener acelerado permanentemente durante toda la trayectoria
- Estrategia 2: velocidad constante, obtener la misma velocidad durante toda la trayectoria controlando mediante el acelerador, mantener el acelerador en una misma posición y revisar que el amperaje se mantenga constante durante la prueba de ruta

#### 4.3.1. Evaluación de equipos y estrategias

Al finalizar la construcción del drift trike y la implementación del tren motriz eléctrico se procede a realizar la experimentación de metodologías planteadas, con la finalidad que el drift trike tenga un consumo y desempeño óptimo.

- **Practica experimental**

**Tabla 7-4:** Aceleración total

	Medición								Promedio
<b>Vi(V)</b>	49,35	48,77	48,07	47,65	47,98	48,69	49,48	50,65	48,83
<b>Vf(V)</b>	49,15	48,68	48,01	47,60	47,95	48,64	49,39	50,59	48,75
<b>I(A)</b>	1,65	1,50	2,15	3,16	3,32	2,22	1,93	1,44	2,17

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.



**Tabla 8-4:** Aceleración lenta

	Medición								Promedio
<b>Vi(V)</b>	50,21	49,87	49,92	50,32	50,56	50,75	50,65	50,85	50,39
<b>Vf(V)</b>	50,19	49,85	49,87	50,15	50,18	50,71	50,63	50,81	50,29
<b>I(A)</b>	1,15	1,45	1,40	1,25	1,27	1,33	1,40	1,55	1,35

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

Una vez ya obtenido los datos de funcionamiento del motor tanto en aceleración total como en aceleración lenta se puede determinar que las baterías se encuentran en perfecto estado debido a la mini variación de voltaje y flujo de corriente. Esta mínima variación se obtiene debido la poca carga ejercida en el motor.

Partiendo de esta condición inicial, se procede a realizar las diferentes pruebas tomando en cuenta el tipo de pista y la estrategia usada.

Para la obtención de datos se realizó ocho diferentes practicas por cada prueba, done se tabular datos de voltaje, intensidad de corriente, potencia, velocidad, distancia y tiempo. Con una carga para el motor de 125Kg. correspondientes a 80Kg. del conductor y 54.9 Kg del vehículo.

#### 4.3.2. Prueba N° 1: Pista A, estrategia 1

En la tabla 9-4 se muestran los valores obtenidos en la prueba número 1. Esta prueba consiste en adquirir datos en una pista a 0 grados y aplicando una estrategia de aceleración máxima.

**Tabla 9-4:** Prueba n. 1

Tiempo (s)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Distancia (m)
1	48.24	0.30	1.22	24.1	1.22
2	48.24	20.3	1.80	1254	3.66
3	37.59	25.38	2.65	1436	7.95
4	37.59	38.93	3.65	1443	14.6
5	38.93	38.93	4.85	1454	24.25
6	37.08	39.53	5.24	1465	31.44
7	37.01	39.45	5.78	1454	40.46
8	36.08	39.81	6.12	1465	48.96
9	36.54	39.81	6.35	1464	57.15
10	36.54	37.57	6.50	1467	65
11	37.13	34.63	6.86	1490	75.02
12	40.26	29.84	6.89	1201	82.56
13	41.15	24.64	6.92	1013	90

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

Con apoyo de los datos obtenidos en el monitor RV se procede a realizar cálculos para obtener el consumo generado a partir del voltaje y amperaje. Posteriormente se calculará el consumo a partir del dato de potencia obtenido del monitor.

El propósito de tener estos dos consumos (consumo calculado, consumo obtenido) es para comparar y verificar una correcta obtención de datos.

### Consumo calculado

Para calcular el consumo: primero debemos obtener valores de potencia, para ello ocuparemos la siguiente formula:

$$Potencia(W) = Voltaje(V) * Amperaje(A)$$

Una vez obtenido el valor de potencia procedemos a calcular el consumo generado con la siguiente formula:

$$Consumo(KWh) = \frac{Potencia (W)}{1000} * Tiempo(h)$$

A continuación, en la tabla 10-4, se presentan los datos de consumo calculado.

**Tabla 10-4:** Consumo calculado

Tiempo (s)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia Calculada (W)	Energía calculada (KWh)	Consumo calculado
1	48,24	0,3	14,47	0,00000402	0,00000402
2	48,24	20,3	979,27	0,00027202	0,00027604
3	37,59	25,38	954,03	0,00026501	0,00054105
4	37,59	38,93	1463,38	0,000406494	0,00094754
5	38,93	38,93	1515,54	0,000420985	0,00136853
6	37,08	39,53	1465,77	0,000407159	0,00177569
7	37,01	39,45	1460,04	0,000405568	0,00218126
8	36,08	39,81	1436,34	0,000398985	0,00258024
9	36,54	39,81	1454,66	0,000404072	0,00298431
10	36,54	37,57	1372,81	0,000381336	0,00336565
11	37,13	34,63	1285,81	0,00035717	0,00372282
12	40,26	29,84	1201,36	0,000333711	0,00405653
13	41,15	24,64	1013,94	0,000281649	0,00433818

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

### Consumo obtenido

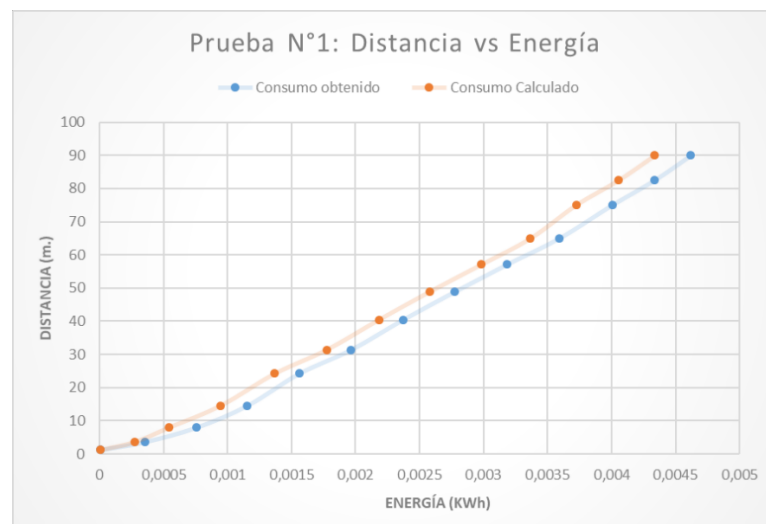
En esta parte usaremos el dato de potencia que fue obtenido en el monitor RV y la fórmula de consumo ya previamente usada.

**Tabla 11-4:** Consumo obtenido

Tiempo (s)	Potencia Obtenida (W)	Energía obtenida (KWh)	Consumo de energía obtenido
1	24,1	6,6944E-06	6,6944E-06
2	1254	0,00034833	0,00035503
3	1436	0,00039889	0,00075392
4	1443	0,00040083	0,00115475
5	1454	0,00040389	0,00155864
6	1465	0,00040694	0,00196558
7	1454	0,00040389	0,00236947
8	1465	0,00040694	0,00277642
9	1464	0,00040667	0,00318308
10	1467	0,0004075	0,00359058
11	1490	0,00041389	0,00400447
12	1201	0,00033361	0,00433808
13	1013	0,00028139	0,00461947

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

En el gráfico 10-4. Se muestra la relación entre distancia recorrida y consumo de energía (calculado y obtenido). Estos dos datos serán esenciales para determinar la mejor estrategia de conducción.

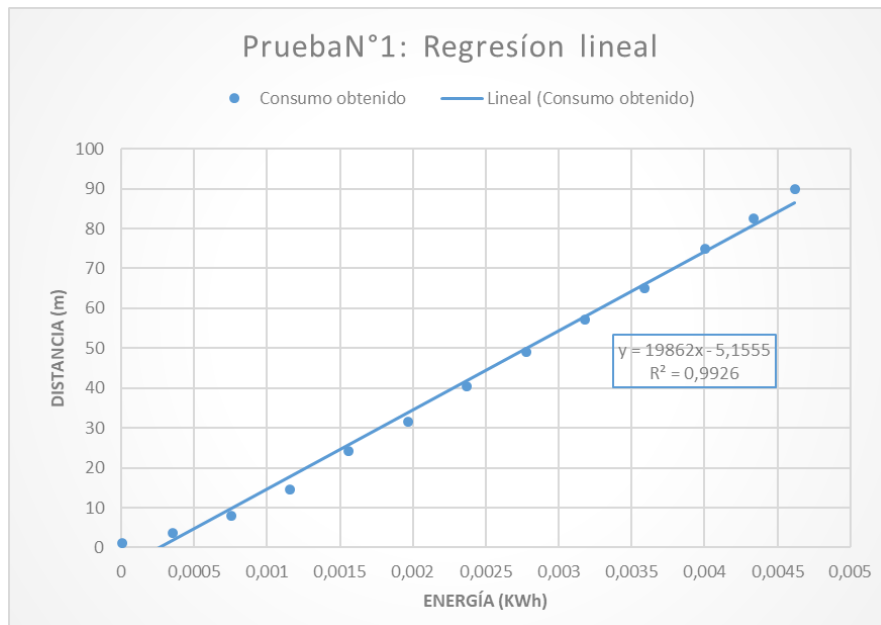


**Gráfico 10-4.** Prueba N° 1. Distancia vs Energía

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

Como podemos observar en el gráfico 11-4, se puede determinar que la adquisición de datos es correcta debido a que tiene una mínima variación entre el consumo de energía calculado con el obtenido por el monitor RV.

Como se puede observar estas dos variables son directamente proporcional. Para encontrar su modelo matemático se realiza una simple regresión lineal donde se obtendrá la distancia (m) en función de la energía (KWh). Para ello ocuparemos el dato de mayor consumo en este caso sería consumo obtenido.



**Gráfico 11-4:** Prueba N° 1. Regresión lineal

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

*Distancia recorrida:*  $d = f(x)$

*Potencia suministrada:*  $E = x$

Si dividimos para 1000, la unidad de distancia será en kilómetros y se obtendrá la ecuación:

$$d_1(E) = 19,86E - 0,0051$$

La pendiente del modelo matemático determina el kilometraje recorrido por cada K.W.h, para una condición de manejo dada: Pista A usando una estrategia N°1.

$$m1 = 19,86 \frac{Km}{KW.h}$$

#### 4.3.3. Prueba N° 2: Pista A, estrategia 2

En la tabla 12-4 se muestran los valores obtenidos en la prueba número 2. Esta prueba consiste en adquirir datos en una pista a 0 grados y aplicando una estrategia de velocidad constante.

**Tabla 12-4:** Prueba N° 2: Pista A, estrategia 2

Tiempo (s)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Distancia (m)
1	51.01	0.02	1.2	10	1.2
3	48.91	15.50	3.0	781	9
5	50.11	0.02	3.5	10	17.5
7	49.22	4.88	3.7	240	25.9
9	49.17	6.16	3.4	102.8	30.6
11	49.46	5.14	3.8	254.2	41.8
13	49.66	4.40	3.8	218.5	49.4
15	49.60	3.87	3.8	192.7	57
17	49.07	5.46	3.5	267.9	59.5
19	49.007	5.45	3.4	247.8	64.6
21	48.77	6.78	3.5	301.8	73.5
23	47.86	4.05	3.6	190.9	82.8
25	49.5	4.5	3.6	170.5	90

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 13-4:** Consumo calculado

Tiempo (s)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia Calculada	Energía Calculada (KWh)	Consumo Calculado
1	47,11	14,33	675,0863	0,00018752	0,00018752
3	48,07	9,55	459,0685	0,00025504	0,00044256
5	48,82	5,81	283,6442	0,00015758	0,00060014
7	49,22	4,5	221,49	0,00012305	0,00072319
9	49,55	4,99	247,2545	0,00013736	0,00086056
11	49,15	5,1	250,665	0,00013926	0,00099981
13	49,48	4,62	228,5976	0,000127	0,00112681
15	49,25	4,17	205,3725	0,0001141	0,00124091
17	48,46	7,66	371,2036	0,00020622	0,00144713
19	48,31	4,48	216,4288	0,00012024	0,00156737
21	50,22	2,86	143,6292	7,9794E-05	0,00164717
23	49,79	3,18	158,3322	8,7962E-05	0,00173513
25	48,78	5,93	289,2654	0,0001607	0,00189583

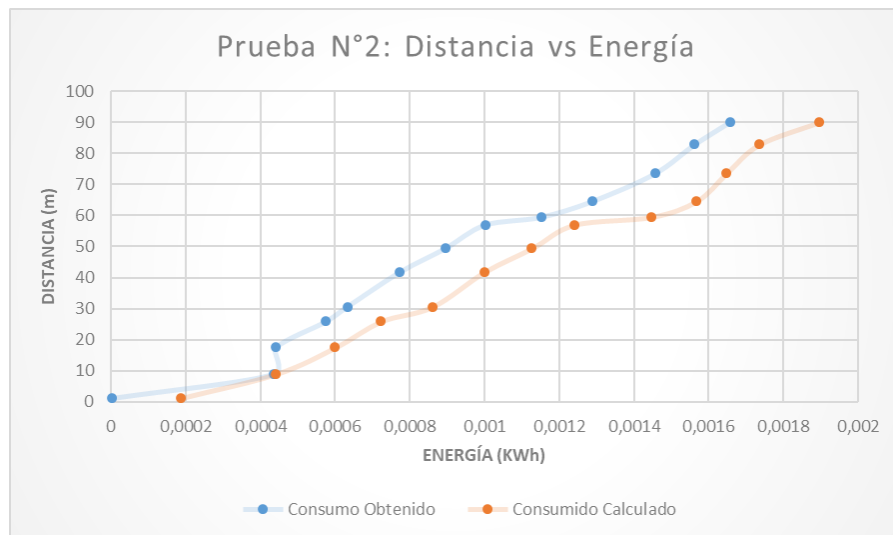
Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 14-4:** Consumo obtenido

Tiempo (s)	Potencia Obtenida (W)	Energía obtenida (KWh)	Consumo Obtenido
1	10	2,7778E-06	2,7778E-06
3	781	0,00043389	0,00043667
5	10	5,5556E-06	0,00044222
7	240	0,00013333	0,00057556
9	102,8	5,7111E-05	0,00063267
11	254,2	0,00014122	0,00077389
13	218,5	0,00012139	0,00089528
15	192,7	0,00010706	0,00100233
17	267,9	0,00014883	0,00115117
19	247,8	0,00013767	0,00128883
21	301,8	0,00016767	0,0014565
23	190,9	0,00010606	0,00156256
25	170,5	9,4722E-05	0,00165728

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

En el gráfico 12-4 se muestra la relación entre distancia recorrida y consumo de energía (calculado y obtenido).

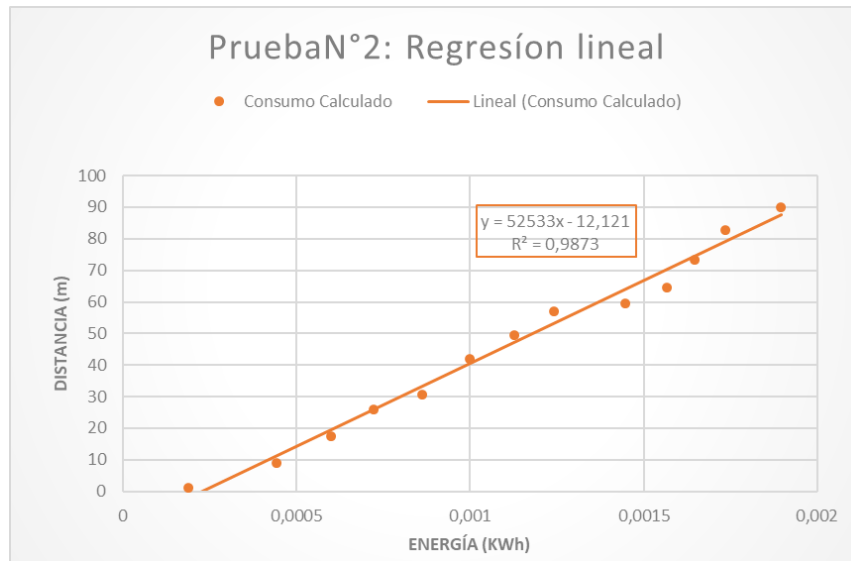


**Gráfico 12-4:** Prueba N°2. Distancia vs Energía

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

Como podemos observar en el gráfico 12-4. Se puede determinar que la adquisición de datos es correcta debido a que tiene una mínima variación entre el consumo de energía calculado con el obtenido por el monitor RV.

Para encontrar su modelo matemático se realiza una simple regresión lineal donde se obtendrá la distancia(m) en función de la energía (KWh). Para ello ocuparemos el dato de mayor consumo, en este caso sería *consumo calculado*.



**Gráfico 13-4:** Prueba N°2. Regresión lineal

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

*Distancia recorrida:*  $d = f(x)$

*Potencia suministrada:*  $E = x$

Si dividimos para 1000, la unidad de distancia será en kilómetros y se obtendrá la ecuación:

$$d_1(E) = 52,53E - 0,051$$

La pendiente del modelo matemático determina el kilometraje recorrido por cada K.W.h, para una condición de manejo dada: Pista A usando una estrategia N°2.

$$m2 = 52,53 \frac{Km}{KW.h}$$

#### 4.3.4. Prueba N° 3: Pista B, estrategia 1

En la tabla 15-4 se muestran los valores obtenidos en la prueba número 3. Esta prueba consiste en adquirir datos en una pista a 3 grados y aplicando una estrategia de aceleración máxima.

**Tabla 15-4:** Prueba N° 3: Pista B, estrategia 1

Tiempo (s)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Distancia (m)
1	40.85	1.81	0.87	739	0.87
2	48.09	39.10	1.35	148,9	2.7
3	37.41	39.10	1.57	146,2	4.71
4	36.96	39.33	1.87	145,3	7.48
5	36.64	39.54	2.21	144,0	11.05
6	36.34	39.85	2.89	144,8	17.34
7	36.34	39.85	3.65	144,0	25.55
8	36.16	39.66	4.29	245,8	34.32
9	36.89	39.66	4.78	242,3	43.02
10	35.89	40.08	5.56	243,4	55.6
11	36.12	40.00	6.08	293,1	69.52
12	36.73	38.59	6.39	187,5	76.68
13	36.73	33.27	6.40	175,6	83.2
14	36.24	32.87	6.42	153,6	90

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 16-4:** Consumo calculado

Tiempo (s)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia Calculada	Energía Calculada (KWh)	Consumo Calculado
1	40,85	1,81	73,9385	2,0538E-05	2,0538E-05
2	48,09	39,1	1880,319	0,00052231	0,00054285
3	37,41	39,1	1462,731	0,00040631	0,00094916
4	36,96	39,33	1453,6368	0,00040379	0,00135295
5	36,64	39,54	1448,7456	0,00040243	0,00175538
6	36,34	39,85	1448,149	0,00040226	0,00215764
7	36,34	39,85	1448,149	0,00040226	0,00255991
8	36,16	39,66	1434,1056	0,00039836	0,00295827
9	36,89	39,66	1463,0574	0,0004064	0,00336468
10	35,89	40,08	1438,4712	0,00039958	0,00376425
11	36,12	40	1444,8	0,00040133	0,00416558
12	36,73	38,59	1417,4107	0,00039373	0,00455931
13	36,73	33,27	1222,0071	0,00033945	0,00489876
14	36,24	32,87	1191,2088	0,00033089	0,00522965

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

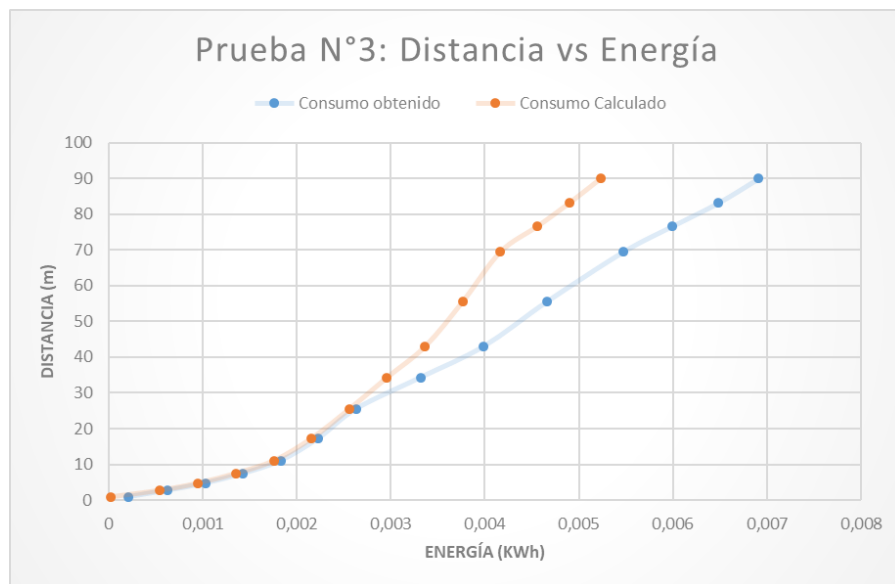


**Tabla 17-4:** Consumo obtenido

Tiempo (s)	Potencia Obtenida (W)	Energía obtenida (KWh)	Consumo Obtenido
1	739	0,00020528	0,00020528
2	1489	0,00041361	0,00061889
3	1462	0,00040611	0,001025
4	1453	0,00040361	0,00142861
5	1440	0,0004	0,00182861
6	1448	0,00040222	0,00223083
7	1440	0,0004	0,00263083
8	2458	0,00068278	0,00331361
9	2423	0,00067306	0,00398667
10	2434	0,00067611	0,00466278
11	2931	0,00081417	0,00547694
12	1875	0,00052083	0,00599778
13	1756	0,00048778	0,00648556
14	1536	0,00042667	0,00691222

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

El gráfico 14-4 muestra la relación entre distancia recorrida y consumo de energía (calculado y obtenido).

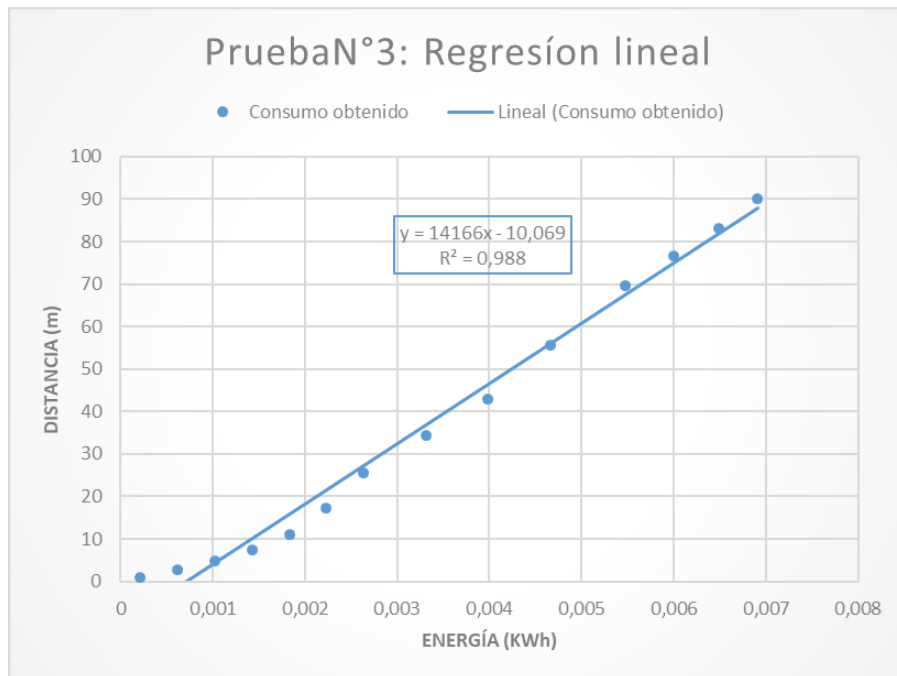


**Gráfico 14-4:** Prueba N° 3. Distancia vs Energía

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

Como podemos observar en el gráfico 15-4 se puede determinar que la adquisición de datos es correcta debido a que tiene una mínima variación entre el consumo de energía calculado con el obtenido por el monitor RV.

Para encontrar su modelo matemático se realiza una simple regresión lineal donde se obtendrá la distancia(m) en función de la energía (KWh). Para ello ocuparemos el dato de mayor consumo, en este caso sería *consumo obtenido*.



**Gráfico 15-4:** Prueba N° 3. Regresión lineal

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

*Distancia recorrida:*  $d = f(x)$

*Potencia suministrada:*  $E = x$

Si dividimos para 1000, la unidad de distancia será en kilómetros y se obtendrá la ecuación:

$$d_1(E) = 14,16E - 0,010$$

La pendiente del modelo matemático determina el kilometraje recorrido por cada K.W.h, para una condición de manejo dada: Pista B usando una estrategia N°1.

$$m1 = 14,16 \frac{Km}{KW.h}$$

#### 4.3.5. Prueba N° 4: Pista B, estrategia 2

En la tabla 18-4 se muestra los valores obtenidos en la prueba número 3. Esta prueba consiste en adquirir datos en una pista a 3 grados y aplicando una estrategia de velocidad constante.

**Tabla 18-4:** Prueba N° 4: Pista B, estrategia 2

Tiempo (s)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Distancia (m)
1	45.56	9.83	1.05	447	1.05
4	45.85	2.43	1.15	110,9	4.6
8	45.66	5.97	1.35	159,0	10.8
12	45.06	4.29	1.50	197,3	18
16	44.57	6.77	1.86	201,7	29.92
20	44.32	6.65	1.87	294,7	37.4
24	44.98	7.01	1.90	301,7	45.6
28	43.55	7.27	1.88	312,3	52.64
32	43.25	4.97	1.85	214,3	59.2
36	44.35	5.85	1.80	259,1	64.80
40	43.84	5.84	1.86	256,0	74.40
44	43.87	5.53	1.87	243,4	82.28
48	44.12	4.73	1.87	202,2	90

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 19-4:** Consumo calculado

Tiempo (s)	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia Calculada	Energía Calculada (KWh)	Consumo Calculado
1	48,86	4,37	213,5182	5,9311E-05	5,9311E-05
4	46,38	11,62	538,9356	0,00044911	0,00050842
8	47,06	7	329,42	0,00036602	0,00087445
12	47,13	5,73	270,0549	0,00030006	0,00117451
16	46,55	6,02	280,231	0,00031137	0,00148587
20	46,31	7,44	344,5464	0,00038283	0,0018687
24	46,3	6,22	287,986	0,00031998	0,00218869
28	46,59	5,9	274,881	0,00030542	0,00249411
32	46,73	5,2	242,996	0,00027	0,00276411
36	46,96	4,02	188,7792	0,00020975	0,00297386
40	47,33	2,81	132,9973	0,00014777	0,00312164
44	47,45	5,53	262,3985	0,00029155	0,00341319
48	47,22	4,6	217,212	0,00024135	0,00365454

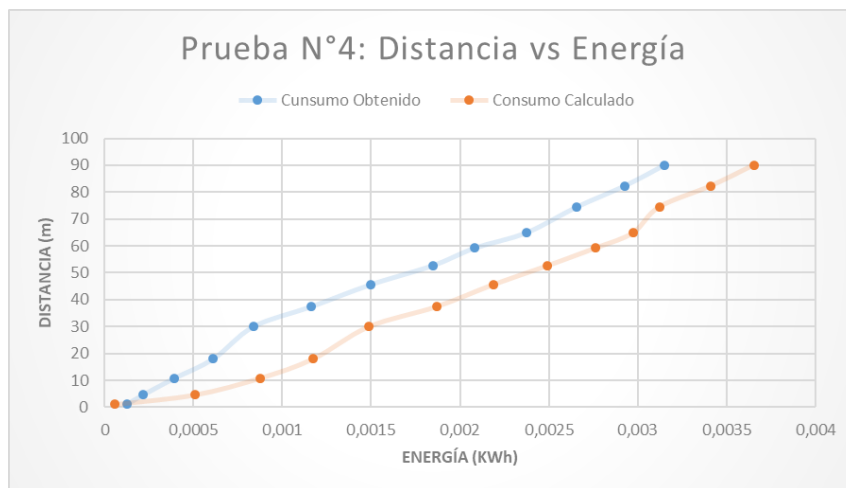
Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

**Tabla 20-4:** Consumo obtenido

Tiempo (s)	Potencia Obtenida (W)	Energía obtenida (KWh)	Consumo Obtenido
1	447	0,00012417	0,00012417
4	110,9	9,2417E-05	0,00021658
8	159	0,00017667	0,00039325
12	197,3	0,00021922	0,00061247
16	201,7	0,00022411	0,00083658
20	294,7	0,00032744	0,00116403
24	301,7	0,00033522	0,00149925
28	312,3	0,000347	0,00184625
32	214,3	0,00023811	0,00208436
36	259,1	0,00028789	0,00237225
40	256	0,00028444	0,00265669
44	243,4	0,00027044	0,00292714
48	202,2	0,00022467	0,00315181

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

En el gráfico 16-4, se muestra la relación entre distancia recorrida y consumo de energía (calculado y obtenido).

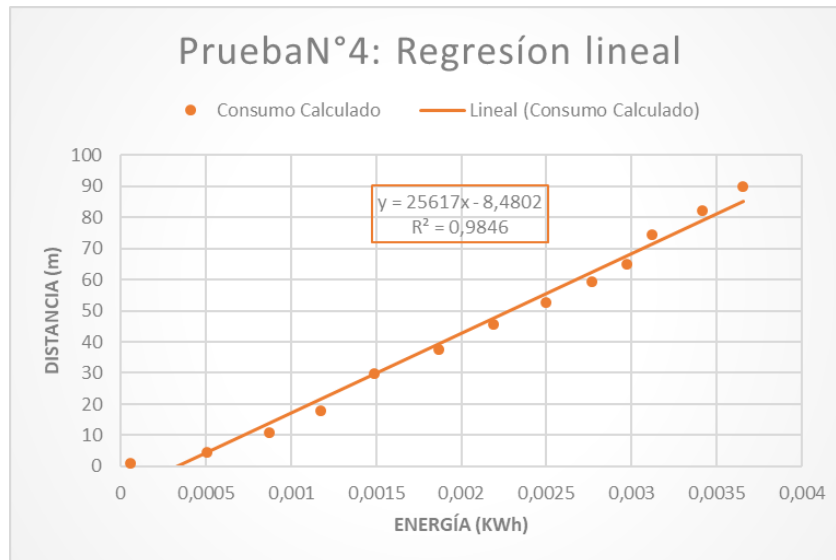


**Gráfico 16-4:** Prueba N°4. Distancia vs energía

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

Como se puede observar en el gráfico 17-4 se determina que la adquisición de datos es correcta, debido a que tiene una mínima variación entre el consumo de energía calculado con el obtenido por el monitor RV.

Para encontrar su modelo matemático se realiza una simple regresión lineal donde se obtendrá la distancia(m) en función de la energía (KWh). Para ello ocuparemos el dato de mayor consumo, en este caso sería *consumo calculado*.



**Gráfico 17-4:** Prueba N°4. Regresión lineal

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

*Distancia recorrida:*  $d = f(x)$

*Potencia suministrada:*  $E = x$

Si dividimos para 1000, la unidad de distancia será en kilómetros y se obtendrá la ecuación:

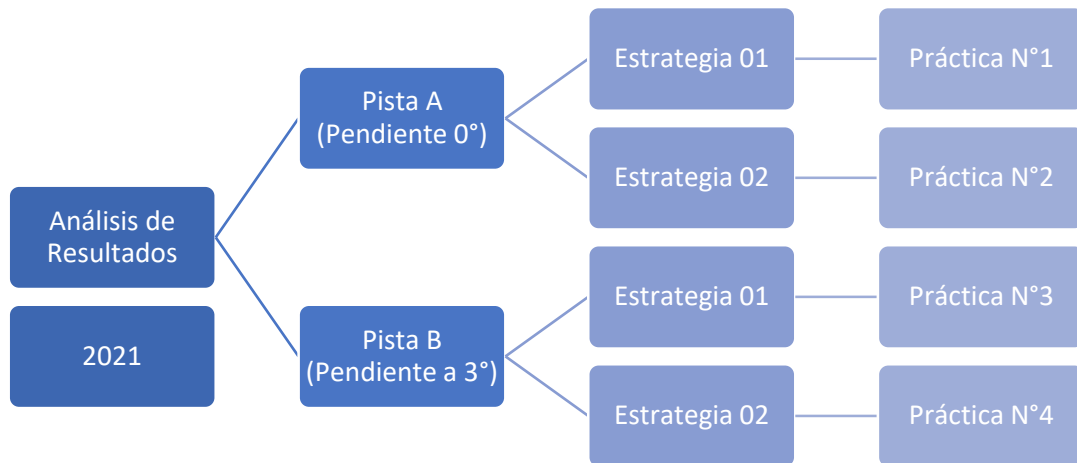
$$d_1(E) = 25,62E - 0,008$$

La pendiente del modelo matemático determina el kilometraje recorrido por cada K.W.h, para una condición de manejo dada: Pista B usando una estrategia N°1.

$$m1 = 25,62 \frac{Km}{KW.h}$$

#### 4.4. Análisis de resultados

Al analizar los diferentes resultados la metodología que llevaremos se muestra en el esquema presentado.



**Gráfico 18-4:** Resultados

**Realizado por:** Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 4.5. Determinación de resultados

Para determinar qué tipo de estrategia de conducción brinda mayor recorrido por cada KW.h de energía es necesario desarrollar un análisis entre las estrategias planteadas, bajo la misma condición de pista.

A continuación, se relaciona las gráficas Distancia recorrida vs Energía, tomando en cuenta las 2 estrategias de conducción para cada pista.

##### 4.5.1. Pista A:

➤ Para la estrategia N°1:

Tenemos la siguiente ecuación:  $d(E) = 19,862(E) - 0,0052$

De acuerdo a las características de dicha batería, tenemos: 48V 10Ah. Obteniendo un aporte de energía de: 480(W.h) o 0,48(KW.h).

Relacionamos el aporte de energía obtenida anteriormente, con la ecuación para obtener la distancia de recorrido total para dicha estrategia.

$$d(E) = 19,862(E) - 0,0052 \quad ; \quad E = 0,48 \text{ KW.h}$$

$$d(E) = 19,862(0,48 \text{ KW.h}) - 0,0052$$

$$d(E) = 9,528 \text{ Km.}$$

➤ Para la estrategia N°2:

Tenemos la siguiente ecuación:  $d(E) = 52,533(E) - 0,012$

De acuerdo a las características de dicha batería, tenemos: 48V 10Ah. Obteniendo un aporte de energía de 480(W.h) o 0,48(KW.h).

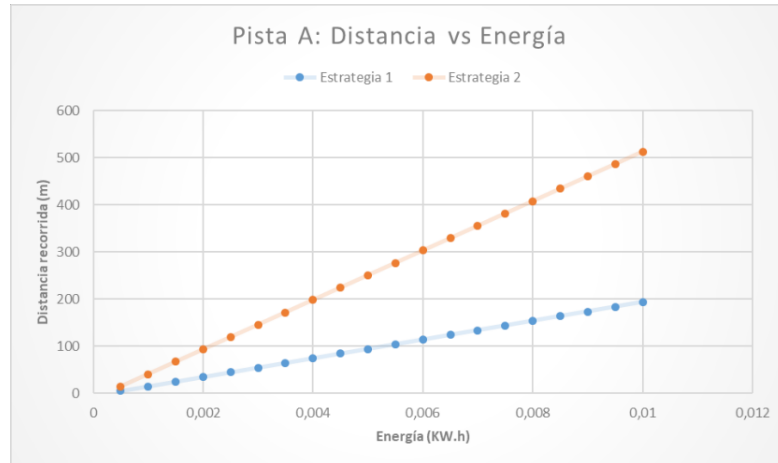
Relacionamos el aporte de energía obtenida anteriormente, con la ecuación para obtener la distancia de recorrido total para dicha estrategia.

$$d(E) = 52,533(E) - 0,012 \quad ; \quad E = 0,48 \text{ KW.h}$$

$$d(E) = 52,533(0,48 \text{ KW.h}) - 0,012$$

$$d(E) = 25,20 \text{ Km.}$$

En la Grafica 19-4 se muestra la diferencia entre estrategia 1 y estrategia 2. Damos valores de energía entre 0 a 0,01(KW.h) y de acuerdo a la estrategia se obtiene la distancia recorrida.



**Gráfico 19-4:** Pista A. Distancia vs Energía

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 4.5.2. Pista B:

##### ➤ Para la estrategia N°1:

Tenemos la siguiente ecuación:  $d(E) = 14,166(E) - 0,001$

De acuerdo a las características de dicha batería, tenemos: 48V 10Ah. Obteniendo un aporte de energía de 480(W.h) o 0,48(KW.h).

Relacionamos el aporte de energía obtenida anteriormente, con la ecuación para obtener la distancia de recorrido total para dicha estrategia.

$$d(E) = 14,166(E) - 0,001; \quad E = 0,48 \text{ KW.h}$$

$$d(E) = 14,166(0,48 \text{ KW.h}) - 0,001;$$

$$d(E) = 6,79 \text{ Km.}$$

##### ➤ Para la estrategia N°2:

Tenemos la siguiente ecuación:  $d(E) = 25,617(E) - 0,0085$

De acuerdo a las características de dicha batería, tenemos: 48V 10Ah. Obteniendo un aporte de energía de 480(W.h) o 0,48(KW.h).

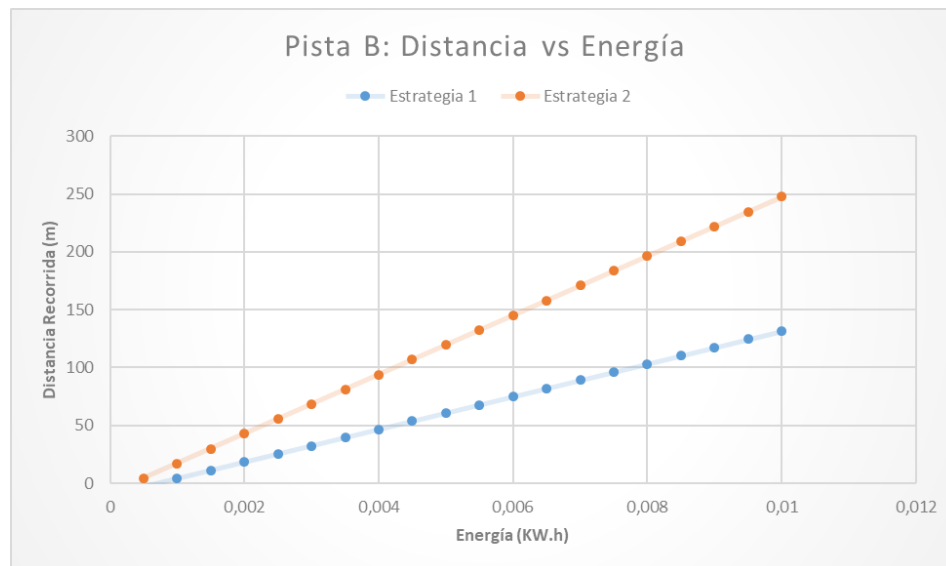
Relacionamos el aporte de energía obtenida anteriormente, con la ecuación para obtener la distancia de recorrido total para dicha estrategia.

$$d(E) = 25,617(E) - 0,0085 \quad ; \quad E = 0,48 \text{ KW.h}$$

$$d(E) = 25,617(0,48 \text{ KW.h}) - 0,0085$$

$$d(E) = 12,29 \text{ Km.}$$

En la gráfica 20-4 se muestra la diferencia entre estrategia 1 y estrategia 2. Damos valores de energía entre 0 a 0,01(KW.h) y de acuerdo a la estrategia se obtiene la distancia recorrida(m).



**Gráfico 20-4:** Pista B. Distancia vs Energía

Realizado por: Torres, D; Huacho, E. 2021.

#### 4.6. Resultados obtenidos

**Pista A:** Como se pudo observar en la gráfica 19-4 (PistaA). La mejor estrategia de conducción es mantener una velocidad constante y un bajo consumo de amperios. Esta estrategia permite mejorar la autonomía obteniendo 25,20 Km recorridos por cada ciclo de descarga de la batería.

**Pista B:** En esta pista debido a la inclinación de 3° y a la inercia que se debe vencer, la autonomía se ve afectada directamente debido que necesita mayor potencia por parte del motor. Lo mismo que representa alto consumo de amperios y no necesariamente altas velocidades.

De acuerdo a la gráfica 20-4 pista B. La mejor estrategia de conducción es mantener una velocidad constante y un bajo consumo de amperios. Esta estrategia nos permite obtener una autonomía de 12,29 Km recorridos por cada ciclo de descarga.



## CONCLUSIONES

El cuadro del **DRIFT TRIKE eléctrico** como uno de los elementos más importantes, es producto de cuatro parámetros en la ingeniería: diseño gráfico, mecánica, eléctrica y electrónica; donde se encuentran tres fases para su producción: diseño, construcción e implementación. Entre sus características mecánicas y de uso, hay que destacar su ergonomía que viene dada por su estructura estable y control de manubrios diseñados específicamente para este vehículo.

La distribución de los componentes del **DRIFT TRIKE eléctrico** es el resultado de una serie de variantes como: su condición y tamaño. A su condición nos referimos a la batería y sistemas de control, estos se encuentran ubicados sobre el eje posterior para protegerlos de posibles colisiones. Al estar en la parte trasera hace fácil su mantenimiento, funcionabilidad y seguridad del sistema operativo del vehículo. A su tamaño nos referimos a los percentiles de los posibles ocupantes, siendo esta una condicionante para ubicarlo de una forma estratégica en el eje X ^ Y con respecto al manubrio. Consecuentemente su posición exige tener una medida más precisa de los pedales que van sujetos a la llanta delantera, la cual su tamaño de 60 cm de diámetro hace considerar ciertas posiciones para maniobras como la es el derrape.

El modelamiento y diseño del **DRIFT TRIKE eléctrico** se ejecutó a partir del Software SolidWorks, herramienta que permite bosquejar, simular y evaluar bajo diferentes condiciones de esfuerzos y materiales posibles para su construcción. Bajo este sistema de modelado y simulación virtual, se estableció el material y modelado del factor de seguridad de la estructura. Los estudios realizados por Software SolidWorks brindan la resistencia a la fluencia, factor de diseño y centro de gravedad, satisfacen los estándares de seguridad y diseño.

Los cálculos y el análisis comparativo entre diferentes motores, nos da como resultado un motor tipo "**Brushless**", **Voilamart, modelo: Rearwheel 48V, 1500W 10 A**, siendo una ventaja el bajo coeficiente fricción entre sus elementos. Por ende, una disminución del desgaste, confiabilidad del sistema y vida útil prolongada.

Para una excelente maniobrabilidad y estabilidad del **DRIFT TRIKE eléctrico** fue sometido a pruebas de manejo en diferentes condiciones de pista como: capa de rodadura (tierra y asfalto), pendiente, velocidad y condiciones térmicas (lluvia). El **D.T. E.** obtuvo excelentes resultados, ya que su centro de gravedad se encuentra a 8 cm de la superficie, sin mencionar que el conductor debe conocer las maniobras que se pueden realizar en el vehículo.

Determinar la autonomía del **DRIFT TRIKE eléctrico** es el interés de esta investigación. Se consideró varios factores para demostrarlo, como: diseño y modelado, estructura y materialidad del vehículo, ubicación de elementos o componentes, cálculos y análisis de factibilidad y funcionamiento, ergonomía para poder maniobrarlo, tipo de pista, condiciones atmosféricas y por ultimo estrategias de conducción y mantenimiento; producto de estas variantes se establece que, al mantener constante velocidad y en una pista plana se obtiene una autonomía de 25,20 Km recorridos por cada ciclo de descarga de la batería, lo cual concuerda con los parámetros del fabricante de bicicletas eléctricas y normas de seguridad.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar el diseño del tren motriz previamente a la adquisición de elementos. Para evitar posibles fallas en la implementación.

Para brindar protección a los elementos eléctricos como: la batería y controlador. Es necesario diseñar y construir una caja que permita aislar estos elementos del contacto con el ambiente.

Para obtener mayor autonomía es recomendable seleccionar un motor de menor potencia. De esta manera obtendremos más recorrido en kilómetros por cada ciclo de carga en la batería.

Para no afectar la vida útil de la batería es necesario monitorear el voltaje de la misma, el cual no debe disminuir de 44,4 voltios.

Se recomienda adquirir un monitor RV de mayor calidad. Que permita monitorear y controlar ciertos parámetros. Existen monitores en el que se limita la velocidad máxima de recorrido y descarga de corriente. De esta manera mejoraremos la autonomía de dicho vehículo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**BACHILLER SOLER, A; et al.** *Diseño de un banco de ensayo automatizado para motores Brushless.* Dyna, 2011, 86 (4), pp. 418-423.

**BERGILLOS GARRE, S., & BARCO PÉREZ, A. D.** Estudio y diseño innovado de un Drift Trike (Bachelor's tesis). Universitat Politècnica de Catalunya. 2015.

**CHUQUIANA; et al.** Diseño e implementación del tren motriz con motor eléctrico y transmisión CVT, para un vehículo biplaza plegable. (Trabajo de titulación). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. (Latacunga-Ecuador). 2014.

**FONSECA, J.** “¿Celdas, pilas y baterías de Ion-Litio una alternativa para?”. *Journal Bolivariano de Ciencias*, 8, (2011). pp. 40-47.

**GENERATALUZ.** *La gran web de las energías renovables.* [Consulta: 2021]. Disponible en: <https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/tipos-de-baterias-y-sus-caracteristicas/baterias-plomo-acido/>

**HOMETOWN.** *The best RV battery monitors for 2021,* [Consulta: 2021]. Disponible en: <https://www.rvhometown.com/best-rv-battery-monitors/>

**IGLESIAS, R; et al.** *Modelado y simulación de una batería de ion-litio comercial multicelda.* Seminario anual de automática, electrónica industrial e instrumentación. 19, (2012).

**JIMBO TACURI, J. E.** Caracterización del funcionamiento de un motor eléctrico de corriente continúa sin escobillas Brushless con 1000 watts de potencia. (Bachelor's thesis). 2015.

**AMPUÑO, G; et al.** *Análisis del Funcionamiento de una Batería de Plomo Acido en un Sistema Híbrido Autónomo.* In 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology, LACCEI 2019. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions. 2019.

**LANDA, M.** Recuperación de metales a partir de baterías níquel-hidruro metálico usando disolventes eutécticos profundos (Master's tesis). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. Coordinación de Servicios de Información, (México). 2018.

**LÓPEZ, J. J.; & MADRID, J. I.** *Sistema de control difuso para motor de corriente continua sin escobillas (BLDC) sobre hardware embebido.* Tekhnê, 2016, 13(2), pp. 43-48.

**MARADONA TUERO, A.** Diseño de tren motriz eléctrico en un vehículo de competición.

**MEDIAVILLA, J. J.; et al.** “Análisis de incentivos y proyecciones del vehículo 100% eléctrico en el ecuador”. *INNOVA Research Journal*, 2(4), (2020). pp. 112-124.

**MORALES RODRÍGUEZ, J.** *Control de velocidad de motores brushless mediante modulación PWM.* (2018).

**MORENO, F. M.** “Vehículos eléctricos. Historia, estado actual y retos futuros”. *European Scientific Journal*. (2016).

**PERNÍA, M. A.** *Conceptos Básicos de Máquinas de corriente continua.* San Cristobal: Núcle de Electricidad. (2011).

**PARDO PALACIOS, A. I.** Diseño del sistema de transmisión de potencia a las ruedas para un vehículo tipo fórmula SAE con motor eléctrico (Bachelor's thesis). 2016.

**ROLDÁN VILORIA, J.** *Motores de corriente continua.* Ediciones Paraninfo, SA. (2014).

**SAUMELL MESTRE, S.** Diseño de un Trike Drift (Bachelor's thesis). Universitat Politècnica de Catalunya. 2016.



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL  
APRENDIZAJE**



**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS**  
**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 15 / 02 / 2022

<b>INFORMACIÓN DE LOS AUTORES</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> DOMINIC SEBASTIAN TORRES LLERENA ERICK GABRIEL HUACHO ITURRALDE
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> MECÁNICA
<b>Carrera:</b> INGENIERÍA AUTOMOTRIZ
<b>Título a optar:</b> INGENIERO AUTOMOTRIZ
<b>f. Analista de Biblioteca responsable:</b>

