



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN TREN MOTRIZ ELÉCTRICO BRUSHLESS PARA UN
PROTOTIPO LIGERO DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO TIPO MONOPLAZA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: ALEX XAVIER CUICHAN IZA

WILLIAM JAVIER CHICAIZA ILES

TUTOR: JOHNNY MARCELO PANCHÁ RAMOS

Quito - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Alex Xavier Cuichan Iza con documento de identificación N°1718380619 y William Javier Chicaiza Iles con documento de identificación N° 1750836072 manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo y autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 23 de febrero del año 2023

Atentamente,



Alex Xavier Cuichan Iza
1718380619



William Javier Chicaiza Iles
1750836072

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Alex Xavier Cuichan Iza con documento de identificación No. 1718380619 y William Javier Chicaiza Iles con documento de identificación No. 1750836072, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “ Implementación de un tren motriz eléctrico brushless para un prototipo ligero de bajo consumo energético tipo monoplaza”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Automotrices, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

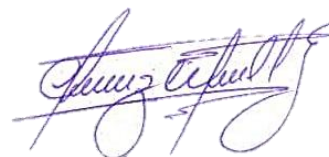
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Quito, 23 de febrero del año 2023

Atentamente,



Alex Xavier Cuichan Iza
1718380619



William Javier Chicaiza Iles
1750836072

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Johnny Marcelo Pancha Ramos con documento de identificación N° 1714747506, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: IMPLEMENTACIÓN DE UN TREN MOTRIZ ELÉCTRICO BRUSHLESS PARA UN PROTOTIPO LIGERO DE BAJO CONSUMO ENERGÉTICO TIPO MONOPLAZA, realizado por Alex Xavier Cuichan Iza con documento de identificación N° 1718380619 y por William Javier Chicaiza Iles con documento de identificación N° 1750836072, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción: Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 23 de febrero del año 2023

Atentamente,



Ing. Jhonny Marcelo Pancha Ramos, MSc

1714747506

DEDICATORIA

Dedico este presente proyecto a Dios, por la perseverancia y coraje para continuar con mi educación profesional. Mis padres Juan Cuichan, Jhenny Iza con su apoyo incondicional, que fue mi apoyo más importante durante estos años de educación. A mis abuelos por ayudarme al crecimiento y desarrollo como persona con carácter y principios, A mi novia Erika Vega por su apoyo, paciencia y siempre creyendo en mi para poder alcanzar mi propósito en la vida y obtener el título de ingeniero automotriz.

Alex Xavier Cuichan Iza

Dedico el presente proyecto mis padres, Wilson Chicaiza y Anita Iles por su esfuerzo, responsabilidad y disciplina al darme una educación de excelencia, enseñanzas y ese apoyo incondicional en todo momento. A mis hermanos Pablo y Cristian por sus consejos y paciencia frente a una adversidad. A mi pareja Karina Jayo por sus palabras de aliento y confianza para seguir adelante en mi vida.

William Javier Chicaiza Iles

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios desde el fondo de mi corazón por permitirme vivir hasta el día de hoy, por guiarme en la vida, por ser mi luz y mi camino, mi fuerza para seguir adelante. A mis padres y hermanos que han sido siempre el motor que me impulsaron mis sueños, que estuvieron siempre a mi lado y en los días difíciles y orgulloso de haberlos elegidos como mis padres y estén en a mi lado en este momento tan importante y gracias por creer en mí.

Alex Xavier Cuichan Iza

Agradezco a Dios por permitirme tener esta vida sin que me falte nada, a mis padres por sus valores y enseñanzas inculcadas día a día. A mis docentes, que con su conocimiento y enseñanzas hicieron una mejor persona en mí tanto profesionalmente como espiritualmente

William Javier Chicaiza Iles

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
PROBLEMA	3
Delimitación del problema.....	4
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos	5
MARCO TEÓRICO	6
Vehículo Eléctrico	6
Partes del prototipo eléctrico propulsión Eléctrica	6
Baterías	6
Trasformadores	7
Propulsión Eléctrica.....	7
Principales elementos de un tren motriz eléctricoMotor Eléctrico	7
Motor Brushless.....	7
• Componentes del motor brushless	7
• ¿Cómo funciona el motor eléctrico?	8
Baterías	8
Las baterías tienen una clasificación en:.....	9
• Batería de plomo y ácido	9
• Baterías níquel y cadmio	9
• Baterías de níquel e hidruro metálico	8
Sistema de transmisión de movimiento Transmisión por cadena (Rodillos de precisión)	8
Trasmisión por correas.....	9
Trasmisión por engranajes	9
CAPÍTULO 1	10
IDENTIFICACIÓN Y REVISIÓN DE EQUIPOS, DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS	10
Monoplazas Eléctricos / Eléctricos Ligeros.....	10
BATERIAS LIGERAS Y MATERIALES QUE LAS CONFORMAN	11
Baterías ion litio.....	11
Usos de este tipo de baterías	12
Batería complementaria de plomo y ácido	12
Baterías níquel cadmio	12
Baterías compuestas de níquel e hidruro metálico.....	13
Unidades electrónicas (controlador) y su funcionamiento en motores eléctrico	13
Motor eléctrico o brushless.....	14
Partes que conforman el motor	15
Funcionamiento del motor eléctrico	15

ESC – Controlador Electrónico de Velocidades	15
Ventajas, desventajas y aplicaciones de un motor eléctrico	16
Nomenclatura Química	16
CAPÍTULO 2	17
Baterías	17
Motores	22
Controladores.....	27
Implementación	31
CAPÍTULO 3	34
IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ ELÉCTRICO.....	34
Implementación de motor eléctrico.....	34
Diseño e implementación de piñón al eje del motor	34
Implementación de cadena universal	35
Implementación de Baterías.....	36
Implementación de controlador o variador de velocidades	36
Implementación de fusibles	39
Implementación de acelerador a pulsos electromagnéticos	40
Implementación de Sistema de Pruebas PicoScope (Oscilloscope Diagnostics).....	41
CAPÍTULO 4	43
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	43
Análisis e interpretación de resultados Prueba N° 1. Tres vueltas en planada	43
Prueba N° 2. En llano con pulsaciones	45
Prueba N° 3. Con una subida de inclinación de 16°.....	46
Prueba N° 4. Pendiente Pronunciada	46
Prueba N° 5. Subida de pendiente	48
Prueba N° 6. Pendiente estático con un ángulo de 16°.....	48
Prueba N° 7. Pendiente con un ángulo de 8°.....	49
Prueba No.8 Subida de Pendiente Datos a especificar en Gráfica.	50
CONCLUSIONES.....	51
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Motor brushless	6
Figura 2. Funcionamiento de una batería de ion.....	7
Figura 3. Trasmisión de potencia	8
Figura 4. Implementación de motor Brushless en el prototipo.....	34
Figura 5. Implementación de motor Brushless en el prototipo.....	35
Figura 6. Diseño y fabricación de piñón.....	35
Figura 7. Implementación de cadena al piñón a rueda de tracción.....	38
Figura 8. Implementación de baterías	38
Figura 9. Conexión e implementación de controlador en el prototipo	38
Figura 10. Fusibles de 30 A.....	39
Figura 11. Conexión e implementación de fusible de 30 A	39
Figura 12. Acelerador a pulsos electromagnéticos (Scooter).....	40
Figura 13. Conexión e implementación de acelerador	40
Figura 14. Instalación de software PicoScope.....	41
Figura 15. Caja de herramientas Pico Scope	41
Figura 16. Conexión e implementación de herramientas	42
Figura 17. Distancia recorrida durante 3 vueltas, GPS Logger.....	43
Figura 18. Distancia recorrida durante 3 vueltas, Universidad Politécnica Salesiana, 2022	44
Figura 19. Distancia recorrida durante 3 vueltas, Universidad Politécnica Salesiana, 2022	44
Figura 20. Distancia recorrida durante 3 vueltas con pulsaciones, GPS Logger.....	45
Figura 21. Distancia recorrida durante 3 vueltas con pulsaciones, Universidad Politécnica Salesiana, 2022	45
Figura 22. Subida de inclinación de 16°, GPS Logger	46
Figura 23. Subida de inclinación de 16°, Universidad Politécnica Salesiana, 2022.....	46
Figura 24. Pendiente Pronunciada, GPS Logger	47
Figura 25. Pendiente pronunciada, Universidad Politécnica Salesiana, 2022	47
Figura 26. Pendiente, GPS Logger	48
Figura 27. Pendiente de 16° estático, GPS Logger.....	48
Figura 28. Pendiente de 16° estático, Universidad Politécnica Salesiana, 2022	49
Figura 29. Pendiente con 8°, GPS Logger	49
Figura 30. Pendiente de 8°, GPS Logger	50
Figura 31. Pendiente de 8°, Universidad PolitécnicaSalesiana, 2022	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Turnigy Heavy Duty 5000mAh 7S 60C Lipo Pack w/XT90.....	21
Gráfico 2. Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner...	26
Gráfico 3. Prioridad del controlador	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estándares de evaluación.....	17
Tabla 2. Comparativa de indicadores de batería.....	18
Tabla 3. Evaluación de la gravedad específica basada en el peso de la batería.....	18
Tabla 4. Evaluación de la gravedad específica basada en el peso de la batería.....	19
Tabla 5. Analizando el peso exacto con datos de batería	19
Tabla 6. Evaluación de la gravedad específica basada en el peso de la batería.....	20
Tabla 7. Tabla con resultados en base a su batería	20

Tabla 8. Datos técnicos de la batería proporcionados por el fabricante	21
Tabla 9. Analizando el peso preciso de cada requerimiento del motor	22
Tabla 10. Estándar de potencia de salida del motor.....	23
Tabla 11. Estándar de potencia de salida del motor	23
Tabla 12. Estándar del peso específico del indicador de velocidad del motor	24
Tabla 13. Peso específico del motor	24
Tabla 14. Especialmente en la base del precio del motor	25
Tabla 15. Detección de prioridad del motor	25
Tabla 16. Características del motor	26
Tabla 17. Peso específico del motor	27
Tabla 18. Peso específico del controlador	27
Tabla 19. Tensión nominal del controlador	28
Tabla 20. Eficiencia del controlador.....	28
Tabla 21. Precio del controlador.....	29
Tabla 22. Detección de prioridad del controlador.	29
Tabla 23. Controlador Driver Acelerador TDPRO YK31C.....	30

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotografía de Motor Brushless Universidad Politécnica Salesiana, 2022.	55
Anexo 2. Controlador de Motor Brushless, 2022.....	55
Anexo 3. Baterías Ion Litio, 2022.	55
Anexo 4. Cargador de baterías, 2022.	56
Anexo 5. Conexiones en prototipo de bajo consumo energético, 2022.....	56
Anexo 6. Pico Oscilloscope Diagnostics Universidad Politecnica Salesiana, 2022.....	56
Anexo 7. Fotografía Pico Oscilloscope software y equipo instalado, 2022.	57
Anexo 8. Fabricación de piñón motor brushless, 2022.	57
Anexo 9. Implementación de sistemas eléctricos e inicio de análisis de datos y resultados, 2022.	57
Anexo 10. Inicio de pruebas y análisis de resultados Universidad Politécnica Salesiana, 2022.	58
Anexo 11. Pista tomada de referencia para pruebas y análisis de resultados, Universidad Politécnica Salesiana, 2022.	58
Anexo 12. Implementación de elementos electrónicos en el prototipo, taller de Ingeniería Automotriz, Universidad Politécnica Salesiana, 2022.	58
Anexo 13. Finalización de pruebas en el prototipo de eficiencia energética en el taller de Ingeniería Automotriz, Universidad Politécnica Salesiana, 2022.	59
Anexo 14. Toma de tiempos en base a su número de vueltas prueba y análisis de resultados, 2022.	59
Anexo 15. Implementación de mejoras en el prototipo de eficiencia energética, Universidad Politécnica Salesiana, 2022.....	59
Anexo 16. Recorrido de Amperaje y voltaje	60
Anexo 17. Inclinación de 16°	60
Anexo 18. Pendiente Pronunciada.....	61
Anexo 19. Movimiento.....	61
Anexo 20. Pendiente uno estático	62
Anexo 21. Pendiente dos pruebas estática taller automotriz	62

RESUMEN

En los últimos años se han realizado investigaciones acerca del cambio climático y su impacto en los países latinoamericanos. El acuerdo de París indica que en los próximos años hasta el 2030 el aumento de temperatura ascendería a 1.5 °C. Sin embargo, los últimos estudios e investigaciones realizadas por el Instituto Geofísico del Ecuador indica que el calentamiento global asciende de manera acelerada, lo cual es perjudicial para la vida en el planeta. Esto se debe a que se esperaba, que para el año 2100 el aumento sería máximo hasta los de 2.0 °C. Un factor importante para este acontecimiento es la contaminación y gases de efecto invernadero provocados por medios de transporte que usan combustibles fósiles, además se tiene como evidencia un incremento entre el 15% y 20% en emisiones de gases contaminantes como el CO₂ o dióxido de carbono. Estas emisiones de gases contaminantes afectan a la atmósfera terrestre, deteriora edificios, daña la materia prima de la población, la vida animal y vegetal. Para encontrar una respuesta a los problemas se ha propuesto la fabricación de un prototipo eléctrico junto a su implementación de propulsión eléctrica para cumplir con un objetivo que es la optimización de energía renovable y la reducción de contaminación en el aire. Se puede destacar que las energías renovables seguramente serán el presente y el futuro para el desarrollo mundial, ofreciendo ventajas como son la reducción a los niveles de emisiones de gases contaminantes que provienen de los vehículos que utilizan motores a gasolina o diésel. En el informe presentado por el Instituto Geofísico del Ecuador indica que las energías renovables en el año 2019 representaron más del 70% de la capacidad energética mundial ofreciendo así una opción buena y rentable para la reducción de contaminación. El prototipo eléctrico genera cero emisiones contaminantes convirtiéndose en una buena opción para el uso incorrecto de restos peligrosos para la salud como son refrigerantes, aceites o desengrasantes.

Palabras Claves: atmósfera, calentamiento global, emisiones de carbono, energías, renovables, Motor de combustión, prototipo, tren motriz eléctrico brushless, vehículos eléctricos

ABSTRACT

In recent years, research has been conducted on climate change and its impact on Latin American countries. According to the Paris agreement, it indicates that in the coming years until 2030 the temperature increase would amount to 1.5 °C. However, the latest studies and research indicate that global warming is accelerating, which is detrimental to life on the planet because it was expected that by the year 2100 the increase would be a maximum of 2.0 °C. An important factor is transportation, which accounts for between 15% and 20% of the emissions of the most polluting gases, obviously CO₂ is the main polluting factor here. This is due to the various emissions caused by engines with combustion chambers that are a risk to health and life in general. These emissions of polluting gases affect the earth's atmosphere, deteriorate buildings, raw materials, animal and plant life. To find an answer to these problems, it has been proposed the manufacture of a prototype and implementation of a brushless electric power to train for the optimization of renewable energy and thus find the pollution in the air, in addition to reduce diseases caused by pollution. It can be highlighted that renewable energies will surely be the present and the future for the global development of all types of energies, reducing considerably the levels of emissions coming from polluting vehicles or gasoline or diesel engines. In the report presented by internationally known companies focused on effectively renewable energies in the year 2019, this type of energies represented more than 70% of world energy capacity thus concluding one of the sources destined to become more profitable electricity for the planet and its circular economic development, wishing to meet objectives and commitments with the present project. The electric prototype generates zero emissions that cause the greenhouse effect that are generated from the batteries that feed the engine and obviously its fuel. Finally, they are a good option because they require less polluting substances such as oils, coolants, degreasers, etc.

Keywords: atmosphere, global warming, carbon emissions, energy, renewable energies, combustion engine, prototype, brushless electric powertrain, electric vehicles.

INTRODUCCIÓN

Según estudios realizados en Ecuador por el Instituto Geofísico, el calentamiento global representa el 16% de las emisiones contaminantes y el 54,3% del CO₂ transportado por el aire en Ecuador. Esta es una cifra muy preocupante porque más de la mitad de la población mundial que tiene efecto en la industria automotriz. (Pozo, 2020)

Por lo tanto, los proyectos relacionados con el uso de combustibles alternativos tienen como objetivo utilizar vehículos o prototipos eléctricos. Estos vehículos eléctricos ayudan a reducir la contaminación ambiental ya que no se liberan gases contaminantes a la atmósfera. Por otra parte, se toma en cuenta que las baterías o fuentes de energía, aportan suficiente energía eléctrica para que trabaje al motor y así mismo se convierta en energía mecánica. El uso de combustibles no fósiles, brinda una nueva perspectiva encaminada a la hora de promover el desarrollo energético permitiendo el equilibrio entre el ahorro energético, la equidad social y la reducción ambiental en el mundo. Al mismo tiempo, la urbanización o sobrepoblación continúa creciendo a un ritmo alarmante por esa razón el objetivo del presente proyecto se centra en la movilidad y sus desarrollos tecnológicos para ofrecer una idea para salvar el planeta de impactos ambientales y la salud del ser humano. Finalmente, la meta que busca el proyecto es dar a conocer nuevas opciones que faciliten el uso de energías renovables que ayuden a mantener un bajo consumo tanto en el mundo exterior y en el ámbito académico. La implementación de métodos científicos y estrategias permiten el desarrollo del problema y su respectiva solución.

PROBLEMA

El presente proyecto tiene como objetivo, fabricar un prototipo eléctrico que permita ofrecer una idea de ¿cómo?, ¿por qué? y ¿para qué?, es necesario reducir los niveles de gases contaminantes que afectan a la vida del planeta.

Los principales factores de la contaminación son los gases que emiten los medios de transporte como el CO₂. Este gas es causante del efecto invernadero. En el año 2017 indicaron que el 81.6% de basura se encuentra en el aire como gases peligrosos que son provocadas en Estados Unidos, a raíz de los motores de combustión y actividades variadas del ser humano. Recientemente la mayoría de las naciones o países primermundistas y empresas automotrices le han dado al tema de la movilidad eléctrica un espacio significativo en sus agendas y se busca ofrecer formas y métodos de estudio que permitan alargar la vida del planeta.

En beneficio de la humanidad, los gobiernos han implementado regulaciones más estrictas con respecto a las emisiones contaminantes, particularmente de fuentes móviles y, en algunos casos, también han desalentado el uso de automóviles privados como medio de transporte en sus esfuerzos por reducir la cantidad de contaminación en la atmósfera. Es por ello que, a principios del siglo XXI, ha resurgido el tema de los vehículos eléctricos. Las empresas automotrices se han visto obligadas recientemente a concentrar una parte importante de sus esfuerzos en producir vehículos más eficientes en términos de emisiones contaminantes. Por el contrario, las empresas comprometidas con la fabricación de automóviles totalmente eléctricos con tecnología de punta que son muy atractivas para los consumidores, como Tesla, están obligando a los fabricantes de automóviles tradicionales a enfrentarse a una competencia que antes no existían. El objetivo del proyecto es realizar una investigación que anime a los estudiantes universitarios a ser parte de equipos involucrados en cuidar el planeta a través de proyectos vinculados al uso de combustibles no contaminantes.

Delimitación del problema

A principios de la década de 2010, muchos países de América empezaron a adoptar vehículos eléctricos, ya sea a través de políticas y leyes gubernamentales, o mediante la acción directa de fabricantes como Nissan, BMW y Toyota, que comienza a vender vehículos eléctricos o triciclos híbridos. Durante esta década se han desarrollado diversos proyectos que intervienen en la construcción del prototipo eléctrico en países de América del Sur. Algunas de estas marcas están creciendo más rápido que otras, pero todas apuntan a aumentar la adopción de vehículos eléctricos. En la mayoría de los países con grandes poblaciones estas acciones van de la mano con la promoción de alternativas a la conducción mejorando la vida, incluso se reducen la contaminación y los problemas de tráfico. La mejor alternativa, al menos a corto plazo, es sustituir los coches existentes por aquellas opciones que tengan bajas emisiones en su uso, como los vehículos híbridos y eléctricos, ya que se reconoce que la eliminación total del auto a combustión es prácticamente imposible.

Objetivo General

- Implementar un tren motriz eléctrico en un prototipo ligero de bajo consumo energético tipo monoplaza para el aprovechamiento de la energía disponible para su funcionamiento.

Objetivos Específicos

- Identificar los principios y características de funcionamiento necesarios para la implementación de un tren motriz eléctrico.
- Diseñar el tren motriz eléctrico de bajo consumo con la aplicación de baterías, un controlador y un motor tipo brushless para la optimización del consumo de energía.
- Implementar el tren motriz eléctrico en un prototipo ligero tipo monoplaza y desarrollar las pruebas de rendimiento respectivas.
- Analizar y comparar los resultados en cuanto al uso del consumo de energía del tren motriz eléctrico mediante el registro de valores.

MARCO TEÓRICO

Vehículo Eléctrico

Su tren motriz contiene elementos y está compuesto por un motor alimentado por baterías recargables, que es lo que lo hace distintivo. Para recargar esta batería se puede utilizar el sistema eléctrico o en el sistema de frenos de última generación. (RACE, 2019)

Partes del prototipo eléctrico propulsión Eléctrica

Se utiliza un motor, el cual, es el encargado y cumple el funcionamiento de brindar energía y cambiar su estado en diferentes tipos de energías. La fuente de energía pasa a ser mecánica para impulsar el prototipo, y así logrando la recuperación de energía en el sistema de frenos:

- **Cargador:** La función de conversión directa es responsable de obtener un tipo de energía de fuente con un alcance de 110 v, para así convertirla en energía de corriente continua (CC) y luego tomarla de la red y almacenarla en la batería.
- **Inversor:** El inversor cumple la función de tomar corriente alterna (AC) trifásica, la cual es utilizada en los equipos de audio e iluminación de la corriente continua (DC) suministrada por el conector.
- **Controlador:** Controla el flujo de electricidad de acuerdo con los requisitos; efectivamente recibe y transmite electricidad al motor y las baterías para su recarga; esto garantiza la seguridad y eficacia de la operación. (RACE, 2019)

Baterías

El componente más caro de un automóvil, la autonomía de este tipo de baterías elegidas. Cuanto mayor sea el rango, más caro será el componente. Esto es para que la batería de un coche eléctrico pueda almacenar energía generada a partir de energía usando cargadores USB. Este tipo de baterías cuentan con capacidades permitidas comenzar aproximadamente a los 16 kWh, son actualmente el tipo de batería más popular. (Auto Avance, 2021)

Trasformadores

Funcionan utilizando el voltaje tanto del vehículo como de la batería para cambiar la capacidad de tomar corrientes alternas (CA) de sus controladores y baterías para transformarlas en un tipo de corriente continua (CC) que se mantiene en la batería. (Auto Avance, 2021)

Propulsión Eléctrica

La interfaz entre la batería y las ruedas del automóvil, que se puede dividir en dos partes, eléctrica y mecánica, que transfiere energía en la dirección deseada, controla el nivel de energía con alta eficiencia y en todo momento. La parte eléctrica consta de un motor, un convertidor de potencia y un controlador electrónico. La parte mecánica incluye la transmisión y las ruedas. Entre las partes eléctricas y electrónicas se encuentra el núcleo de la máquina, donde tiene lugar la conversión o transformación de fuerza energética. (Universidad del Azuay, 2022)

Principales elementos de un tren motriz eléctrico

Motor Eléctrico

Impulsan motores eléctricos, que se encargan de hacer girar la energía eléctrica alrededor de un eje, que la convierte en energía mecánica. Basado en fuerzas de atracción y mutuas entre imanes y alambres flexibles (bobinas) a través de los cuales se transmite la electricidad, tiene muchas ventajas en términos de economía, comodidad, higiene y seguridad laboral. (aretecnologia, 2015)

Motor Brushless

Es esencialmente un motor síncrono trifásico con rotor de imanes permanentes que no utiliza escobillas para cambiar la polaridad del motor, evitando algunos problemas técnicos y evitando la necesidad de reemplazarlos. (MASTER INGENIEROS, 2016)

- **Componentes del motor brushless**

Los motores sin escobillas constan de un componente móvil, el rotor, que alberga los imanes permanentes, y un componente fijo, el estator o carcasa, que alberga los devanados de los hilos conductores. (Bueno, 2015)

Figura 1. Motor brushless



Fuente: (MASTER INGENIEROS, 2016)

- **¿Cómo funciona el motor eléctrico?**

Este motor no requiere elementos como el conmutador que se encuentran en los motores con escobillas porque la corriente fluye directamente a través del devanado del estator o de la caja. No hay escobillas ni conmutadores en el eje del motor, ni presión de aire, ya que la permanencia de los imanes del rotor crea la fuerza para girar el rotor. Aquí el elemento que controla la rotación del rotor independientemente de su posición será el actuador electrónico. Básicamente comprueba dónde está el rotor en todo momento para asegurarse de que la corriente está fluyendo. El motor tiene un sensor, el actuador puede hacer esto en este tipo de motor. (Bueno, 2015)

Baterías

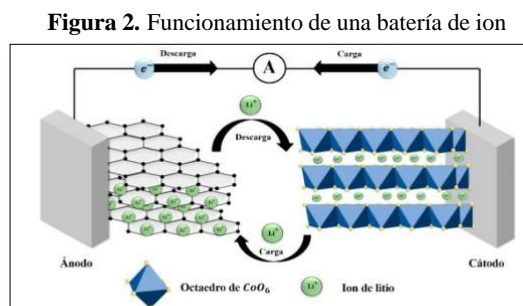
Para usar electricidad para recargar o apagar la batería, dos elementos químicos se someten a un proceso de oxidación-reducción, donde un elemento químico da electrones en el estado de oxidación y la otra toma electrones de reducción. El polo positivo, conocido como ánodo, y el polo negativo, conocido como cátodo, son los dos polos de las celdas químicas. Las técnicas y almacenamiento una batería para recibir energía, finalizan cuando se agota el electrolito. Los electrolitos son células las cuales transforman, energía química en energía prácticamente necesitada como lo es la energía eléctrica, cuentan con reparación interna y externa según el tipo de batería. Dividida en dos categorías: (Ávila Meza, 2014)

- **Primarias:** Son aquellos cuya capacidad de almacenar corriente eléctrica se ve disminuida porque, una vez creada la reacción, no pueden ser devueltos a su estado inicial. También se les conoce como pilas o baterías no recargables.
- **Secundarias:** Son aquellos que pueden consentir que se les aplique energía eléctrica repetidamente hasta su completa aniquilación para restaurar su estructura química original, estas se las conocen como baterías recargables.

Las baterías tienen una clasificación en:

- **Batería compuesta de ion litio**

Esta batería se conoce por mantener las descargas, estas mueven del primer terminal al cátodo, mismo elemento, los iones de litio, corresponde al popular método recargable. Tienen características innovadoras como una vida útil y genera alta intensidad teniendo en cuenta que es una de las energías más impresionantes en la familia de baterías, esto las han hecho más populares en los últimos años. Utilizando óxido de covantato de litio (LiCoO_2) como material del cátodo utilizado como referencia, durante la carga el potencial oxida el centro metálico del cátodo, liberando iones de litio a través del electrolito hasta que se aplica al ánodo, los iones permanecen en el ánodo hasta que se produce una descarga. (Wiley Online Library, 2015)



Fuente: (Wiley Online Library , 2015)

- **Batería de plomo y ácido**

Actualmente son un almacenador de energía más utilizados. Tiene 2 electrodos que su material químico es y plomo y 1 líquido o electrolito hecho de agua destilada y ácido sulfúrico y un electrolito líquido. Este tipo de baterías usa símbolos químicos de plomo(Pb), es como recibe su nombre. El sulfato de plomo queda en las placas del ánodo y el cátodo como resultado de una reacción química que ocurre durante la descarga. (Hernán Romero, 2015)

- **Baterías níquel y cadmio**

Estos dispositivos entran en la categoría de tecnología alcalina y utilizan hidróxido de potasio como electrolito. Tienen dos polos, uno positivo para hidróxido de níquel y otro negativo para cadmio metálico. Como consecuencia del efecto memoria que tienen, la capacidad máxima de carga disminuye a lo largo de su vida útil. (Farras, 2015)

- **Baterías de níquel e hidruro metálico**

Tienen una tecnología relativamente nueva con características similares a las baterías (Ni-Cd). La principal diferencia con las baterías (Ni-MH) se basa en la absorción, emisión y efecto del movimiento. La tecnología de batería (Ni-MH), que evita la migración de hidrógeno entre los electrodos de la celda, se deriva de aleaciones absorbentes de hidrógeno basadas en tierras raras conocidas como metales MISCH. (Cuscueta, 2010)

Sistema de transmisión de movimiento

Transmisión por cadena (Rodillos de precisión)

Las potentes cajas de engranajes tienen la capacidad de funcionar en entornos hostiles, altas temperaturas y necesidades de lubricación. Estas cuentan con velocidades de entrada y salida y velocidades de rotación para permitir aplicaciones en las industrias automotriz y mecánica general. Están bajo los siguientes títulos: (Galbarro, 2015)

- **Cadena de transmisión de potencia:** Su uso es para transmitir fuerza entre ejes que giran a una determinada velocidad.

Figura 3. Trasmisión de potencia



Fuente: (Galbarro, 2015)

- **Cadena de manutención:** Son cadenas transportadoras que, gracias a sus eslabones una forma particular de los eslabones, pueden cumplir la función de transportar o conducir material.
- **Cadena de carga:** Llamados bancos, son cadenas que pueden mover grandes cargas.

Trasmisión por correas

Se conoce como un par de poleas que están conectadas por una correa y se utilizan para transferir fuerzas y velocidades angulares entre ejes paralelos a una distancia fija: (Mikel Abasolo, 2017)

- Trapezoidales
- Síncronas

Trasmisión por engranajes

Mecanismo formado por dos engranajes conectados por dientes, llamados corona (principal) y piñón (menor). Utilizado para máquinas de engranajes. en comparación con otros engranajes que logra en relaciones de transmisión. (Torres G., 2018)

CAPÍTULO 1

IDENTIFICACIÓN Y REVISIÓN DE EQUIPOS, DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN DE LOS COMPONENTES ELÉCTRICOS

Monoplazas Eléctricas / Eléctricos Ligeros

El prototipo de eficiencia energética y tecnológica se basa en las ideas desarrolladas por prototipos anteriores de la fórmula SAE ya fabricados en la Universidad Politécnica Salesiana. Los estudios realizados en la Universidad Salesiana aconsejan diseñar la estructura o chasis monoplaza junto a el sistema de dirección del prototipo para mejorar el desempeño dinámico del vehículo y así para tener la comodidad del conductor. Adicionalmente, se mejorará el espacio que ocupan las partes electrónicas del sistema de frenos, como las baterías, el controlador, los cables, el motor eléctrico y el registrador de datos. Para el diseño de esta propuesta se utilizarán herramientas CAD y CAE o llamada como ingeniería asistida por computadora en conjunto. (JAIME, 2017)

En un inicio, se recopilan detalles actuales sobre las reglas de Fórmula SAE para la construcción del prototipo, en particular las dimensiones del marco y las características importantes, así como las pautas, reglas o recomendaciones relacionadas con la electrónica del vehículo. La dirección, los frenos son sistemas interactivos sencillos pero esenciales para el correcto funcionamiento del vehículo. En cuanto al control, se han realizado simulaciones en sistemas de software específicos para demostrar que los componentes y medidas elegidos son adecuados para lograr el objetivo. Los cálculos de tracción y autonomía para la propulsión eléctrica, que es el foco del estudio, han demostrado una autonomía en los estándares SAE a una velocidad promedio de 22 km teniendo en cuenta el peso total aproximado del vehículo de 150 kg. Los resultados de estos cálculos indican que se deben utilizar al menos 1 motor eléctrico con una capacidad combinada de más de 1949,97 W, junto con un repetidor lineal con una corriente de 60 V y 24 A en este caso las baterías, para proporcionar potencia y autonomía completa. (JAIME, 2017)

La seguridad y la productividad energética progresiva es un equilibrio ofreciendo una reducción del impacto ambiental y preservación del único planeta. Hay varias fuentes de energía en la actualidad y las leyes de impacto ambiental exigen que se cambie el tipo de esquema electrónico a nuevas ideas o estrategias para una sociedad que lucha por proporcionar un alto estándar de vida para sus residentes. Por otra parte, se destaca que la

ingeniería del automóvil y transporte puede progresar y aumentar las ventajas de servicio, siendo así el objetivo principal en relación con el uso de combustibles fósiles. Si se utilizan tecnologías de menor emisión en ruido y transporte, mejorará aún más, por ejemplo, las emisiones de los híbridos, los coches eléctricos e incluso las tecnologías basadas en hidrógeno incluso biocombustibles. (JAIME, 2017)

BATERIAS LIGERAS Y MATERIALES QUE LAS CONFORMAN

Las baterías convencionales funcionan según el principio de reducción-oxidación, es decir que si un terminal pierde u oxida electrones mientras que el otro terminal gana o reduce electrones. La primera batería creada en 1800 por Alessandro Volta. En Stack Volta, los discos de plata y zinc se apilan uno encima del otro con cartón mojado que sirve como separador. La batería de ácido, también conocida como batería primaria de automóvil, fue creada por el francés Gastón Plante en 1860. Era más fácil de cargar que los modelos anteriores. Wilhelm Helleisen creó una celda sólida que se asemeja a las baterías AA y AAA de hoy en día en el año 1887 mediante la combinación de electrodos de zinc y carbono con una celda electroquímica y una placa perforada que se asemeja a un cartón en espiral para separarlos. Son muy livianos, tienen una gran carga, responden rápidamente y también son muy eficientes energéticamente, lo que los hizo más útiles que cualquier cosa que haya existido. El litio es una batería resistente y liviana que se puede recargar cientos de veces antes de fallar. (Bermeo Ojeda, 2022)

Baterías ion litio

Las principales razones de su creciente uso son su densidad, eficiencia y vida útil. Por ejemplo, los almacenadores de energía contienen iones que contienen litio obtenidos por la densidad en sus electrolitos, 1 a 5 veces mayor que las baterías que contienen materiales químicos como el ácido y el plomo. El número máximo de ciclos para las baterías de Ni-MH es 500, conociendo así su número de ciclos para estos almacenadores de energía es 1000. Este tipo de componentes contienen de plomo-ácido, NiMH y de electrones de litio e ion, los cuales muestran comportamientos variables.

Usos de este tipo de baterías

Este tipo de batería, se usa con frecuencia en el sector de la electrónica, particularmente en computadoras portátiles, tabletas y teléfonos móviles. En este momento, los teléfonos inteligentes son cada vez más comunes. El estudio que se presenta destaca las distinciones entre factores de diseño como adhesión, degradación y sensibilización, así como factores de diseño como biocompatibilidad, seguridad y confiabilidad, así como peso, tamaño y durabilidad, para mejorar ilustrar esta situación. Uno de los muchos ejemplos es la utilización en los almacenadores de energía en los prototipos eléctricos. Según un estudio de 2018, un vehículo eléctrico requiere 373 millones de baterías para funcionar. Debido a la naturaleza competitiva y dinámica del mercado, la investigación científica ha examinado problemas y encontrado soluciones para la seguridad térmica de los vehículos, mejorando algunas especificaciones y aplicaciones de los almacenadores de ion-litio. Esto demuestra la utilidad y seguridad de los almacenadores de energía. (R. Iglesias, 2015)

Batería complementaria de plomo y ácido

La batería de plomo ácido no es respetuosa con el medio ambiente simple principio fisicoquímico cuya construcción es posible gracias a la obra el ácido y el plomo son materiales básicos como ácido sulfúrico, agua destilada, tejido artificial y a recipiente que no se corroe y tiene un bajo. La palabra mantenimiento tiene muchos significados junto con la cualidad crucial, a veces favoreciendo que sus componentes sean fácilmente separables y reciclables un mínimo efecto sobre el medio ambiente. Aquí la creación de diseños básicos de baterías se demuestra a través de una metodología. El componente de elaboración es ácido-plomo integrando los materiales ya existentes comercialmente para que esto suceda. (Copetti, 2016)

Baterías níquel cadmio

El análisis de la toxicidad que presentan estas baterías para el medio ambiente y sus efectos directos sobre los seres vivos será posible gracias a este punto crucial e importante. Las baterías de níquel-cadmio son parte de la tecnología alcalina dos polos y un ánodo con hidróxido de potasio como electrolito Hidróxido de níquel (NiOOH) y otras capacidades negativas de cadmio metálico. El efecto memoria reduce la carga máxima durante la vida que ellos poseen. En contacto con estas baterías, que no se gestionan adecuadamente para su reciclaje al final de su vida útil, se pueden cambiar o manipular sus niveles de contaminación,

aunque esto puede variar. Por último, pero no menos importante, existen restricciones sobre la cantidad de níquel que se permite en el aire en algunos lugares. Las regulaciones internacionales para diferentes industrias tienen una amplia gama de requisitos de unidades miligramos/metros cúbicos. (Torres F., 2001)

En América del Norte y Oceanía se ha establecido un valor límite de 1 mg/m³. En países europeos los límites son inferiores entre 0 y 0,1 mg/m³. El agua incluso padece un poco de contaminación en Estados Unidos tiene 4,8 mg/l. En los países nórdicos, entre 3 y 8 mg/l.

Baterías compuestas de níquel e hidruro metálico

Se pueden encontrar un terminal positivo fabricado con hidróxido de níquel y un terminal negativo construido con hidruro metálico. En la década de los años 70, se desarrollaron las baterías de hidruro metálico de níquel (NiH₂) para aplicaciones espaciales. Debido a su capacidad de carga rápida y larga vida, este tipo de baterías se usan en teléfonos móviles, cámaras digitales, computadoras y vehículos eléctricos híbridos. (Barrena-Bruña, 2015)

Las baterías de hidruro metálico de níquel contienen más del 50% en peso de muchos elementos metálicos como tierras raras, que están presentes en grandes cantidades como: lantano (La), neodimio (Nd), cerio (Ce), praseodimio (Pr), y en grandes cantidades el níquel y cobalto. Las baterías es un componente en los vehículos híbridos y la electrónica es importante desde el punto de vista económico, industrial, tecnológico y medioambiental (Muñiz, 2015)

Unidades electrónicas (controlador) y su funcionamiento en motores eléctrico

Los controladores se utilizan ampliamente en los componentes electrónicos y ofrecen un mejor uso de energía, comodidad y rendimiento. Este proyecto tiene como objetivo influir en la gran variedad de elementos eléctricos o módulos en los primeros motores eléctricos de inducción a través de un controlador para comprender el comportamiento de estos dispositivos en sus diversas etapas. El módulo didáctico, controlador o variador de velocidades permite visualizar otras funciones como el arranque electrónico y el control trifásico. El PLC y el controlador lógico programable de velocidad variable se realiza ejecutando el módulo de operación básica en el diagrama de escalera. La primera carga se realiza conectando las dos partes. El módulo es un analizador de red que puede detectar y almacenar parámetros de valor alto, valor medio y valor bajo, incluidos tensión, corriente,

tensión, armónicos de corriente, armónicos de tensión y/u otros. El analizador de red puede medir hasta 200 parámetros de potencia. Puede ser utilizado en redes de dos, tres o cuatro hilos o sistemas con protocolos TN, TT e IT. Se puede medir en una, dos o tres piezas. Se realiza una comparación de los parámetros eléctricos de arranque directo y arranque eléctrico del motor de inducción, definiendo los sistemas que controlan otros elementos en el prototipo, el controlador y el PLC. El frenado por entrada de CC, el giro giratorio y la simulación de ingresos y retiros de PLC utilizando características adicionales del módulo, permitirán comprender y demostrar cómo ha cambiado la industria como resultado de la adopción de variadores de velocidad para arrancar motores eléctricos en una variedad de procesos en comparación con los arranques convencionales, para poder mejorar la eficiencia del prototipo. (Larco Gomez,2018)

Motor eléctrico o brushless

Un motor eléctrico es accionado por los conmutadores o una pareja de anillos colectores. El diagrama o sistema se sobrecalientan, generan calor y ruido, causan desgaste, reducen la eficiencia y producen partículas con compuesto químico como el carbón que a veces contaminan el motor con pequeñas partículas y suciedad, esto hace que los motores continuos sean el primer tipo de motor asíncrono. La electrónica de hoy lo ha hecho más liviano y más fácil de mantener, pero más difícil de controlar. Gracias a los controladores electrónicos de velocidad (ESC), se eliminan todas estas confusiones. Una gama de dispositivos electrónicos pequeños y potentes que incluyen unidades de CD-ROM, monitores de computadora, reproductores de casetes y más. usan motores de CC sin escobillas para funcionar solo con la red eléctrica. Como método, se utiliza otro tipo que no implica conmutación eléctrica (inversión de polaridad) en lugar de componentes mecánicos. Para saber dónde gira el rotor, es necesario determinar el campo magnético. Este dispositivo electrónico también puede indicarle cuándo el circuito está funcionando o deteniéndose, y si lo hace, incluso puede desconectar la alimentación para evitar que se recaliente y se quemé. Tienen un diseño indirecto cuando se invierte la polaridad. Para la transmisión se deben cruzar los dos hilos del sistema eléctrico. Para evitar esta confusión en las conexiones, los alternadores utilizan un sistema similar. En estecaso, en lugar de no usar anillos, se evita un anillo duro que ralentiza todo el tren de fuerza. Actualmente, los generadores con campos magnéticos crean campos magnéticos en sus rotores y estatores. Los inductores usan menos corriente que las armaduras, por lo que requieren rodamientos

de baja corriente. Todo, desde pequeños alternadores de automóviles hasta grandes generadores utilizan esta configuración. (Bueno, 2015)

Partes que conforman el motor

El motor tiene tres devanados de cable de cobre conectados en forma de estrella, con diferente número de polos para cada tipo de motor. El estator normalmente contiene los polos de las bobinas, que están dispuestos en número de acuerdo con las bobinas de los imanes pequeños. (Bueno, 2015)

Funcionamiento del motor eléctrico

Estos motores se comportan de manera algo diferente a todos los demás motores de CC y CA. Los motores sin escobillas funcionan según el principio de crear un espacio magnético hacia 2 de los 3 elementos llamados bobinas que cuando se encienden, hace que los imanes del interior lo repelan. El rotor es simultáneamente atraído por un imán y repelido por otro mientras gira un paso en una dirección. Aparece cuando se induce potencial eléctrico en un terminal de devanado diferente, provocando que se libere uno de los que antes estaba conectado. Para establecer distintas velocidades, se utiliza el controlador en función a sus velocidades, también conocido como ESC, o transmisor de control remoto. Esta técnica se puede utilizar para generar distintos pulsos electromagnéticos. (MASTER INGENIEROS, 2016)

ESC – Controlador Electrónico de Velocidades

Es el componente electrónico que puede controlar motores sin escobillas y cambiar conexiones o polaridades en los devanados. Se gestiona mediante PWM o pulsos. Varias partes electrónicas en el ESC trabajan juntas para permitir que el accionamiento del tren motriz funcione. Consisten principalmente en transistores que controlan la etapa de potencia y actúan como interruptores que permiten cambiar la polaridad de manera bidireccional. Los controladores de medio puente, que toman las respuestas de los pulsos y cambian la polaridad de los transistores, son el otro componente crucial. El controlador es el componente más crucial en este tipo de controlador porque sin él sería imposible mover el motor porque requiere manipulación electrónica en lugar de solo movimiento mecánico. (Alarcón Balseca, 2019)

Ventajas, desventajas y aplicaciones de un motor eléctrico

Los motores tienen la propiedad de que, en este caso, conmutan electrónicamente en lugar de utilizar escobillas para conmutar la transferencia de energía. Esta característica resuelve un problema importante con los motores eléctricos con escobillas convencionales, que generan calor, causan fricción, reducen el rendimiento, son ruidosos y deben reemplazarse periódicamente, lo que requiere más mantenimiento. Los motores sin escobillas ofrecen una serie de beneficios sobre el tren de fuerza de corriente continua y de inducción. Entre estos se encuentran:

- La relación entre par motor
- La velocidad que ejerce el motor
- La aerodinámica del vehículo
- Eficiencia energética, vida útil

La principal barrera para el uso de este tipo de motor es su costo, ya que suele ser más caro que otros motores. Su control es otro obstáculo porque, como ya se mencionó, no se puede operar manualmente y necesita asistencia electrónica para asesorar automóviles, vehículos aeroespaciales, atención médica, automatización y equipos de instrumentación son solo algunas de las industrias que actualmente utilizan motores sin escobillas. (Percy Rafael Viego-Felipe, 2018)

Nomenclatura Química

Cada motor tiene un código correspondiente que indica claramente sus características, comportamiento y capacidades. La longitud y la altura del motor están indicadas por los primeros cuatro dígitos leídos en pares. El factor KV, una medida de una propiedad física que describe el funcionamiento del motor, se necesita expresar las RPM (expresado en KV) obtenido del tren motriz cuando se le aplica un voltaje de 1 V se refiere a la aceleración de un motor. Es importante distinguir los kV de la unidad KV multiplicada por 1000. En comparación con un motor de mayor KV, la cantidad total de amperaje que lo atraviesa es menor. Esto significa que su propulsión en base al motor contiene altos niveles en kv giran menos y tienen cables de cobre más gruesos. El número total de amplificadores que pasan a través de ellos es mayor en comparación con los motores de menor KV. Adecuado para carreras de drones que requieren alta velocidad y bajo par de motor. (Alarcón Balseca, 2019)

CAPÍTULO 2

ANÁLISIS COMPARATIVO Y SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS Y MATERIALES

Se aplican una línea de métodos para motores, controladores y baterías. Los criterios ponderados fijan el orden, para que se adquiriera los resultados esperados, los aportes o pruebas conseguidas se determinan en acción de los requisitos de fabricación. Sobre la base de los requisitos de diseño, se eligen los criterios de evaluación como los siguientes:

Tabla 1. Estándares de evaluación

CRITERIOS PONDERADOS	
1.	Fuerza de Salida
2.	Máxima Eficiencia
3.	Velocidad Nominal
4.	Peso
5.	Precio

Fuentes: A.Cuichan, W. Chicaiza

Se toma en consideración que al momento de determinar el peso preciso para cada criterio

- 1: cuando un índice de la tabla es mayor a sus columnas.
- 0: En caso de que su índice de la tabla es menor a sus filas.
- 0.5: Cuando dicha puntuación de la tabla es igual a sus resultados.

Baterías

Para las baterías, también hay tres presentaciones que se muestran a continuación.

1. Kit de motor 48V 1000W 45^a
2. Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)
3. Kit de motor 45V -33^a

Siguiendo la tabla, se crea una matriz de métodos de orden modificados de criterios de ponderación la para el acumulador de energía.

Tabla 2. Comparativa de indicadores de batería.

Si el peso es menor que el voltaje, la reducción de energía es mayor en precio						
Descripción	Masa	I*R=V	Almacenamiento constante de energía	Costos	$\Sigma + 1$	Ponderación
Masa		(1,0)	(1,0)	(1,0)	(4,0)	(0,4000)
I*R=V	-		(0,5)	(1,0)	(2,5)	(0,250)
Pérdida de energía en el almacenador de energía	-	0,5 v		(1,0)	(2,5)	(0,250)
Costos	-	-	-		(1,0)	0.100
Total					(10,0)	(1,000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Cuando el peso es menor que el voltaje de reducción de energía es mayor en precio de la tensión de descarga constante. Este criterio se consideró en el sistema de implementación.

- Se procede a tomar datos del peso para generalizarlo y brindar diferentes soluciones para la problemática obtenida.

Tabla 3. Evaluación de la gravedad específica basada en el peso de la batería

Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90) > Kit de motor 45V -33A > Kit de motor 48V 1000W 45A					
Voltaje	Kit de motor 48V 1000W 45A	Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)	Kit de motor 45V -33A	$\Sigma + 1$	Pondera
Motor 48V 1000W 45A		(0)	(0)	(1)	(0.167)
TGP (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)	(1)		(0.5)	(3)	(0.500)
Motor 45V -33A	(1)	(0.5)		(2)	(0.333)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

- El peso de la batería es muy importante, ya que si se deben realizar cambios debe ser

según el peso específico del prototipo fabricado

Tabla 4. Evaluación de la gravedad específica basada en el peso de la batería

Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90) = Kit de motor 45V -33A > Kit de motor 48V 1000W 45A					
Voltaje	Kit de motor 48V 1000W 45A	Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)	Kit de motor 45V -33A	$\Sigma + 1$	Pondera
Kit de motor 48V 1000W 45A		(0)	(0)	(1)	(0.167)
Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)	(1)		(0.5)	(2.5)	(0.417)
Kit de motor 45V -33A	(1)	(0.5)		(2.5)	(0.417)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

- La batería no debe exceder el voltaje nominal de 48-60 voltios.

Tabla 5. Analizando el peso exacto con datos de batería.

Kit de motor 48V 1000W 45A > Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90) > Kit de motor 45V -33A					
Voltaje	Kit de motor 48V 1000W 45A	Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)	Kit de motor 45V -33A	$\Sigma + 1$	Pondera
Kit de motor 48V 1000W 45A		(1)	(1)	(3)	(0.500)
Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)	(0)		(1)	(2)	(0,333)
Kit de motor 45V -33A	(0)	(0)		(1)	(0.167)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

- Considerando que los niveles de batería descienden de manera descontrolada se debe

tomar en cuenta que el equipo motor funciona con 48 V.

Tabla 6. Evaluación de la gravedad específica basada en el peso de la batería

TGP (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90) > Equipo de motor 45V -33A > Equipo de motor 48V1000W 45A					
Voltaje	Equipo de motor 48V 1000W 45A	TGP (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)	Motor 45V -33A	$\Sigma + 1$	Pondera
Motor 48V 1000W 45A		(0)	(0)	(1)	(0,167)
TGP (6000mAh, 6S 75C Lipo conXT90)	(1)		(1)	(3)	(0,5)
Motor 45V -33A	(1)	(0)		(2)	(0.333)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

- El criterio del precio de la batería es menos relevante que el anterior porque estas baterías son costosas debido a sus componentes.

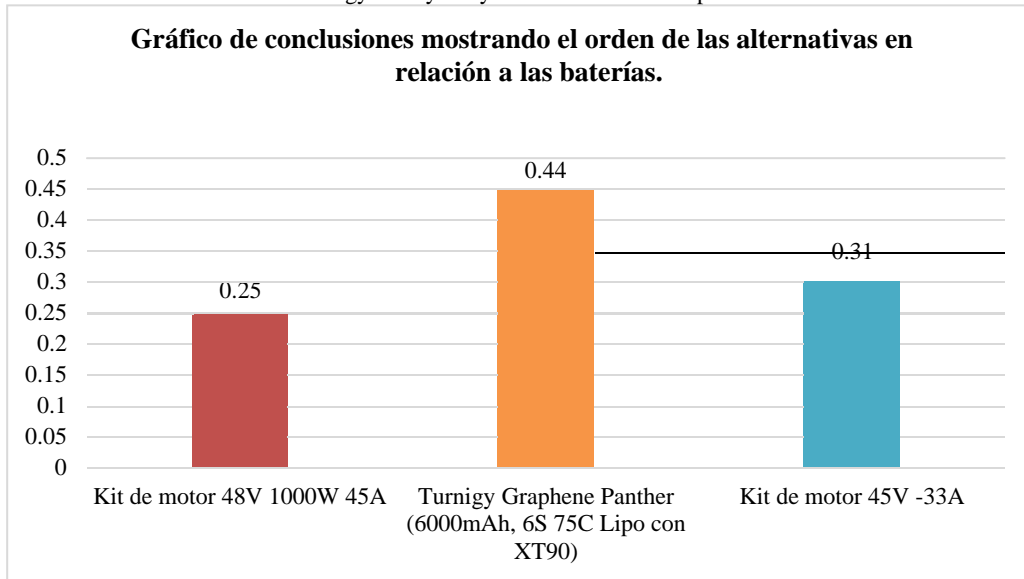
Tabla 7. Tabla con resultados en base a su batería.

En Conclusión	Precio	Voltios	Pérdida constante	Costo	$\Sigma + 1$	Importancia
Equipo de motor 48V 1000W 45A	(0.067)	(0.042)	(0.125)	(0.017)	(0.25)	(3)
TGP (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)	(0.200)	(0.104)	(0.083)	(0.050)	(0.44)	(1)
Kit de motor 45V -33A	(0.133)	(0.104)	(0.042)	(0.033)	(0.31)	(2)
Suma					(1.00)	(6000mAh, 6S 75CLipocon XT90)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

A partir del análisis de las opciones, se concluye la siguiente tabla Batería 2: TGP (6000 mAh), tiene un rango general de 44% de objetividad. Este tipo de batería tiene una resistencia interna constante en diferentes estadísticas de accionamiento. Variación en la temperatura de 5 a 52 °C (41 a 126 °F) y disminución de amperaje o voltaje.


Gráfico 1. Turnigy Heavy Duty 5000mAh 7S 60C Lipo Pack w/XT90



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

- Datos técnicos de la batería proporcionados por el fabricante.

Tabla 8. Datos técnicos de la batería proporcionados por el fabricante.

Capacidad:	(6000 mAh)
Recuento de celdas:	(6)
Voltaje:	(22.2 V)
Descarga Constante:	(75 C)
Descarga Maxima (3SEGUNDOS)	(150 C)
Peso	(1.140 Kg)
Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)	

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Los resultados obtenidos tras el análisis comparativo utilizando el método del orden corregido de los estándares de peso para cada componente del vehículo son:

- El Turnigy Graphene Panther Pack (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90) ofrece capacidad de 1000 W, el voltaje es de 44,4 V, se entrega energía a todos los sistemas eléctricos del prototipo para un máximo trabajo para toda prueba de seguimiento.
- Controlador de acelerador TDPRO YK31C con voltaje nominal 48V DC, con corriente continua de 20A y 95% de eficiencia,
- Requisitos del motor y del vehículo el motor de velocidad cepillada de WPHOTO, con una potencia de salida de 1000 W y unos rpm nominales de 3000-3360 rpm, promete brindar un rendimiento superior al automóvil, se conoce que su peso específico es de 5,45 kg.

Motores

A continuación, se crea la matriz de normalización del proceso de ponderación dependiendo del peso real de cada parámetro de selección del motor.

Tabla 9. Analizando el peso preciso de cada requerimiento del motor

Potencia de salida > Eficiencia Máxima > Velocidad Nominal > Peso > Precio							
Criterio	Potencia	Eficiencia	Velocidad	Peso	Precio	$\Sigma + 1$	Ponderación
Potencia		(1)	(1)	(1)	(1)	(5)	(0.333)
Eficiencia	(0)		(1)	(1)	(1)	(4)	(0.267)
Velocidad	(0)	(0.5)		(1)	(1)	(3)	(0.200)
Peso	(0)	(0)	(0)		(1)	(2)	(0.133)
Precio						(1)	(0.067)
Suma						(15)	(1.000)

Realizado por: A. Cuichan, W. Chicaiza

El análisis del motor es lo más importante depende del proceso de selección. La selección de motores incluye tres motores eléctricos:

1. Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner.
2. Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w.
3. Motor de eléctrico 48V 1000W

Para establecer los criterios a potencia del motor entre 3 opciones a elegir, usando un cuadro comparativo primario en el que se establecen los criterios de ponderación.

Tabla 10. Estándar de potencia de salida del motor

Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner > Brushed Speed motor WPHMOTO 48v1000w = Motor de scooter eléctrico 48V 1000W					
Descarga	Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner	Brushed Speed motor WPHMOTO 48v1000w	Motor de scooter eléctrico 48V 1000W	$\sum + 1$	Pondera
Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner		(1)	(1)	(3)	(0.500)
Brushed Speed motor WPHMOTO 48v1000w	(0)		(0,5)	(1,5)	(0.250)
Motor de scooter eléctrico 48V 1000W	(0)	(0,5)		(1,5)	(0.250)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

El motor Brushed Speed WPHMOTO 48v 1000w, es la mejor opción para evaluar los criterios de eficiencia. Las características se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 11. Estándar de potencia de salida del motor

Motor de scooter eléctrico 48V 1000W > Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w > Turnigy Rotomax100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner					
Menor Precio	Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner	Brushed Speed motor WPHMOTO 48v1000w	Motor de scooter eléctrico 48V 1000W	$\sum + 1$	Pondera
Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner		(0)	(0)	(1)	(0,167)
Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w	(1)		(1)	(3)	(0.500)
Motor de scooter eléctrico 48V 1000W	(1)	(0)		(2)	(0.333)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Cuando se trata de puntos de referencia basados en la velocidad, la velocidad es primordial junto a la potencia del motor, pero sin sacrificar el parámetro de fuerza, el cuál es necesario para arrancar el vehículo.

Tabla 12. Estándar del peso específico del indicador de velocidad del motor

Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner > Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w > Motor de scooter eléctrico 48V 1000W					
Menor Peso	Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner	Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w	Motor de scooter eléctrico 48V 1000W	$\Sigma + 1$	Pondera
Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner		(1)	(1)	(3)	(0.500)
Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w	(0)		(1)	(2)	(0.333)
Motor de scooter eléctrico 48V 1000W	(0)	(0)		(1)	(0.167)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

El criterio de selección con la puntuación más alta significa que la estadística en la masa del motor, representa la función del motor, lo cual altera velocidad y potencia del variador de velocidades.

Tabla 13. Peso específico del motor

Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner > Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w.> Motor de scooter eléctrico 48V 1000W					
Eficiencia	Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner.	Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w.	Motor de scooter eléctrico 48V 1000W	$\Sigma + 1$	Pondera
Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner		(1)	(1)	(3)	(0.5)
Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w.	(1)		(1)	(2)	(0.333)
Motor de scooter eléctrico 48V 1000W	(0)	(0)		(1)	(0.167)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

En este análisis comparativo, la selección fue del 6,7% sobre criterios cuantificados. Porque el aumento de voltaje es un elemento que debe permanecer según indiquen las distintas partes de medición de corriente.

Tabla 14. Especialmente en la base del precio del motor

Motor de scooter eléctrico 48V 1000W > Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w > Turnigy Rotomax100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner					
Menor Precio	Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner	Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w	Motor de scooter eléctrico 48V 1000W	$\Sigma + 1$	Pondera
Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner		(0)	(0)	(1)	(0,167)
Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w	(1)		(1)	(3)	(0.500)
Motor de scooter eléctrico 48V 1000W	(1)	(0)		(2)	(0.333)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Finalmente, se explica las conclusiones de los motores a elegirse para decidir el de mayor prioridad. Se selecciona el motor TR 100cc 167kv, el cual cuenta con diferencias mínimas de la propulsión Brushed Speed WPHMOTO 48v 1000w.

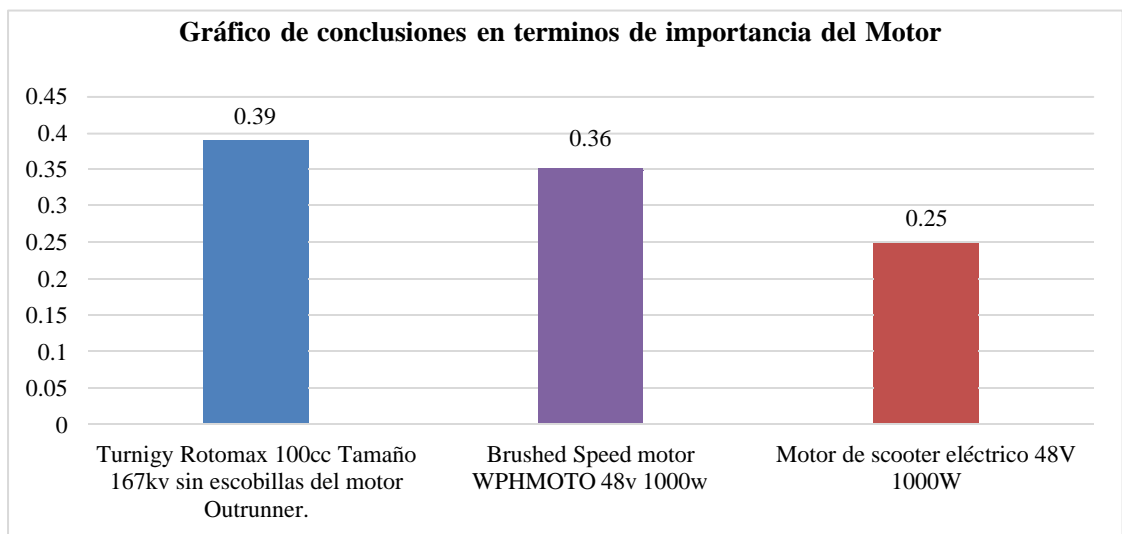
Tabla 15. Detección de prioridad del motor

En Conclusión	Potencia	Eficiencia	Velocidad	Peso	Precio	$\Sigma + 1$	Importancia
TR 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner	(0.167)	(0.044)	(0.100)	(0.067)	(0.011)	(0.39)	(1)
Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w	(0.083)	(0.133)	(0.067)	(0.033)	(0.033)	(0.36)	(2)
Brushed Speed motor WPHMOTO 48v 1000w	(0.083)	(0.089)	(0.033)	(0.022)	(0.022)	(0.25)	(3)
Suma						(1.00)	

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Debido a la funcionalidad entre motores y controladores, se puede observar que el motor A reemplazará al motor con la puntuación más alta. Esta opción no es viable. Por esta razón, el motor B reemplaza al segundo motor. Se seleccionaron dos. Comprar: WPHMOTO 48v Motor Brush Speed de 1000w, con una puntuación del 36%, el motor destaca por su gran versatilidad, capacidad de montaje y peso ligero.


Gráfico 2. Turnigy Rotomax 100cc Tamaño 167kv sin escobillas del motor Outrunner.



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

- Estos son los aspectos de este equipo que son más importantes.

Tabla 16. Características del motor

Potencia de Salida	(1000W- 1,4 HP)
Velocidad nominal:	(3 000 – 3 360 RPM)
Tensión nominal:	(48 V DC)
Corriente Clasificada:	(75 A)
Corriente sin carga:	($\leq 2,8$ A)
Eficiencia máxima a 48 V	(80%)
Piñón:	(9 dientes para cadena T8F de 8mm)
Motor:	

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Controladores

Para los controladores, se consideraron tres ejemplos:

1. Driver Acelerador TDPRO YK31C
2. Driver Acelerador 45A- 24MOSFET
3. Driver Acelerador 33- 15mosfet

A continuación, se demuestra la creación del método de criterios ordinales corregidos, cuantificando cada criterio de acuerdo con la clasificación por defecto ponderada del responsable del tratamiento.

Tabla 17. Peso específico del motor

Peso > Tensión Nominal > Eficiencia > Precio					
Criterio	Tensión Nominal	Precio	Eficiencia de conversión	$\Sigma + 1$	Ponderación
Peso	(1)	(1)	(1)	(4)	(0.400)
Tensión Nominal		(1)	(1)	(3)	(0.300)
Precio	(0)		(1)	(2)	(0.200)
Eficiencia de conversión	(0)	(0)		(1)	(0.100)
Suma				(10)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

La siguiente tabla se realiza para valorar los pesos óptimos según las soluciones para cada criterio, dando la importancia de la selección al 40% de los pesos. Se muestran los valores de los controladores, según las calificaciones bajo el estándar.

Tabla 18. Peso específico del controlador

Driver Acelerador TDPRO YK31C > Driver Acelerador 45A- 24MOSFET > Driver Acelerador 33- 15mosfet					
Peso	Driver Acelerador TDPRO YK31C	Driver Acelerador 45A- 24MOSFET	Driver Acelerador 33-15mosfet	$\Sigma + 1$	Ponderación
Driver Acelerador TDPRO YK31C		(1)	(1)	(3)	(0.500)
Driver Acelerador 45A- 24MOSFET	(0)		(1)	(2)	(0.333)
Driver Acelerador 33- 15mosfet	(0)	(0)		(1)	(0.167)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Considerando una valoración prioritaria del 30 por ciento para el criterio de tenencia nominal, el controlador Driver Acelerador 45A- 24MOSFET Driver Acelerador 45A-24MOSFET y el controlador Driver Acelerador 33- 15mosfet recibieron las puntuaciones más altas del criterio del teniente.

Tabla 19. Tensión nominal del controlador

Driver Acelerador 45A- 24MOSFET = Driver Acelerador 33- 15mosfet > Driver Acelerador TDPRO YK31C					
Tension	Driver Acelerador TDPRO YK31C	Driver Acelerador 45A- 24MOSFET	Driver Acelerador 33- 15mosfet	$\Sigma + 1$	Ponderación
Driver Acelerador TDPRO YK31C		(0)	(0)	(1)	(0.167)
Driver Acelerador 45A- 24MOSFET	(1)		(0,5)	(2,5)	(0.417)
Driver Acelerador 33- 15mosfet	(1)	(0,5)		(2,5)	(0.417)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

La eficiencia tiene un valor del 20% para este criterio, que se utiliza para elegir los controladores muy importantes porque no habrá pérdidas si una mayor eficiencia según el componente de la batería.

Tabla 20. Eficiencia del controlador

Driver Acelerador TDPRO YK31C > Driver Acelerador 45A- 24MOSFET > Driver Acelerador 33-15mosfet					
Eficiencia	Driver Acelerador TDPRO YK31C	Driver Acelerador 45A- 24MOSFET	Driver Acelerador 33- 15mosfet	$\Sigma + 1$	Ponderación
Driver Acelerador TDPRO YK31C		(1)	(1)	(3)	(0.500)
Driver Acelerador 45A- 24MOSFET	(0)		(0)	(1)	(0.167)
Driver Acelerador 33- 15mosfet	(0)	(1)		(2)	(0.333)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

En caso de falla, se realiza un análisis de componentes para así poder otorgar el cambio necesario de repuestos en el vehículo o prototipo.

Tabla 21. Precio del controlador

Driver Acelerador TDPRO YK31C > Driver Acelerador 33- 15mosfet > Driver Acelerador 45A- 24MOSFET					
Precio	Driver Acelerador TDPRO YK31C	Driver Acelerador 45A- 24MOSFET	Driver Acelerador 33- 15mosfet	$\Sigma + 1$	Ponderación
Driver Acelerador TDPRO YK31C		(1)	(1)	(3)	(0.500)
Driver Acelerador 45A- 24MOSFET	(0)		(1)	(2)	(0.333)
Driver Acelerador 33- 15mosfet	(0)	(0)		(1)	(0.167)
Suma				(6)	(1.000)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Conclusiones

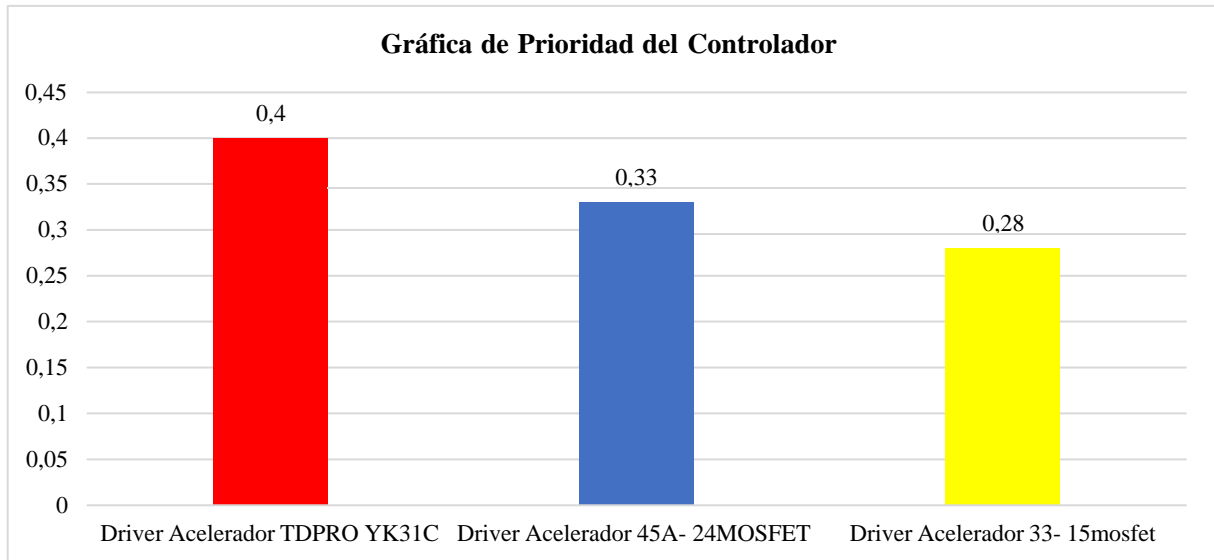
Tabla 22. Detección de prioridad del controlador.

En Conclusión	Peso	Tensión Nominal	Eficiencia	Precio	$\Sigma + 1$	Importancia
Kit de motor 48V 1000W 45A	(0.200)	(0.050)	(0.100)	(0.050)	(0.40)	(1)
Turnigy Graphene Panther (6000mAh, 6S 75C Lipo con XT90)	(0.133)	(0.125)	(0.033)	(0.033)	(0.33)	(2)
Kit de motor 45V - 33A	(0.067)	(0.125)	(0.067)	(0.017)	(0.28)	(3)
Suma					(1.00)	(Kit de motor 48V 1000W 45)

Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Para elegir el mejor controlador se compararon los datos técnicos de los fabricantes. El controlador con la puntuación más alta es el Driver A: TDPRO YK31C Accelerator Driver, que tiene una calificación del 40 %.


Gráfico 3. Prioridad del controlador



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

- **Controlador 1:** Es una buena opción para elegir este dispositivo TDPRO YK31C. A continuación, se encuentran las especificaciones y datos técnicos del controlador.

Tabla 23. Controlador Driver Acelerador TDPRO YK31C

Potencia:	(1000W- 1,4 HP)
Motor:	(48V 1000 W)
Eficiencia en la transformación de energía:	(95%)
Disminución de voltaje:	(42 ± 0.5V)
Corriente sin cargas:	(≤ 2,8 A)
Regulaciones en la velocidad	(1-4 V)
Variador de velocidades	

Realizado por: A.Cuichán, W. Chicaiza

En cuanto al cableado del controlador, hay 9 conectores para los diferentes scooters.

- Almacenador de Energía
- Propulsión
- Sistema de frenado
- Indicador de
- Señal de observación
- Encendido bloqueado
- Pin o terminal del almacenador de energía
- Acelerador electromagnético
- Variador de velocidades

Se instalan uniones para el accionamiento tanto de los almacenadores de energía y sistema de propulsión, así como del encendido de acelerador electromagnético.

Implementación

Si el equipo previamente seleccionado fue adquirido por el método ordinal de corrección estándar ponderada.

1. A continuación, se ilustra el desarrollo del método de criterios ordinales corregidos. calculando cada criterio de acuerdo con la clasificación por defecto ponderada del responsable del tratamiento. Diagrama esquemático de cómo está acoplado, cuál es el motor de accionamiento y el engranaje y la relación de engranajes para cálculos posteriores para obtener las distintas velocidades que ofrece el prototipo en su sistema de tren motriz, son los datos clave para lograr la eficiencia o son relevantes para mostrar un dibujo mecánico.
2. Los ejes están diseñados para un funcionamiento suave de los prototipos y el acoplamiento de los reductores del tren de transmisión y las bases correspondientes del tren de transmisión.
3. Los elementos del motor deben estar firmemente unida a la estructura del prototipo.
4. La cadena de transmisión se colocará en un lugar con la correspondiente aislante en caso de fallo del sistema de tren de fuerza, según se establezca de acuerdo con las normas de competencia
5. Luego se coloca la llanta con la alineación correspondiente al prototipo.

6. Otra prioridad es el uso correcto de las instalaciones o elementos eléctricos, el estricto cumplimiento de los esquemas eléctricos y la normativa que exige que los vehículos estén equipados con normativas de seguridad para evitar accidentes al momento de pilotar en campos de entrenamiento. Sin embargo, este tipo de prototipos deben estar equipados con botones internos o externos de emergencia o parada inmediata, bocinas, luces traseras de arranque, baterías, controles, sistemas electrónicos, varios componentes como salvavidas o reguladores de energía designados a proteger elementos electrónicos.
7. Luego se aíslan la cabina y el compartimiento de la hélice para no tener lesiones cuando ocurra un accidente o falla en varios sistemas del prototipo.
8. Los controladores están bien ubicados para evitar fallas en el sistema y cortocircuitos, y son de fácil acceso para realizar las conexiones correctas, evitando así daños en los equipos.
9. La instalación de la batería se realiza una base de metal resistente al fuego, corta y punta según las reglas del concurso.
10. En cuanto a los sistemas electrónicos, después de verificar primero el sistema para que se ajuste mejor, el sistema debe aislarse sin cables sueltos para evitar daños. Tenga en cuenta que la batería ha sido reemplazada. Conexión en serie para obtener una tensión nominal de 44,4 V establecida según las reglas de la competencia, se utilizó el cable flexible #12 con fusible de seguridad de 30 amperios y parada de emergencia y cortocircuito en caso de falla. Para conectar el controlador y sus accesorios (el pedal del acelerador contiene tres conectores para alimentación, señal y GND; el interruptor de palanca del controlador contiene dos cables), se usa el cable suave #18. Para motores conectados a variadores de velocidad, se utiliza un cable flexible #12 con un fusible de seguridad de 40 amperios en caso de cortocircuito. Se utiliza un terminal de conexión tipo u para la conexión del cable de cada dispositivo instalado en el prototipo. Regleta de bornes de 6 y 12 conectores. El bloque de terminales de 6 pines es Banco de baterías, bloque de terminales de 12 pines para conectar controladores de velocidad, motores y accesorios
11. Finalmente, se procede a la recolección de datos en tiempo real en base a las características: corriente, distancia, voltaje y velocidad. El dispositivo utiliza un sensor de efecto Hall para mostrar la velocidad y la distancia recorrida, y un sensor conectado al terminal positivo de la batería se utiliza para medir el uso actual. Para

la conexión, estas conexiones utilizan cable flexible de 18, que está protegido contra cortocircuitos por un fusible de seguridad de 30A. En una pantalla LCD adosada al mango del prototipo, se muestran los datos obtenidos. El análisis de ingeniería se puede utilizar para evitar la creación de demasiados prototipos gracias a estos datos.

CAPÍTULO 3

IMPLEMENTACIÓN DEL TREN MOTRIZ ELÉCTRICO

Para la implementación del tren motriz se deben tomar en cuenta varios parámetros como la selección de materiales, el diseño de diagramas eléctricos, identificar los principios y características de funcionamiento en el tren motriz eléctrico para lograr un bajo consumo en la aplicación de baterías, controlador y motor brushless. Finalmente, se deben realizar sus pruebas de funcionamiento, análisis y la comparación de datos.

Implementación de motor eléctrico

Se necesita realizar ubicación en la estructura, chasis o bastidor del prototipo debido a que hay ciertas normas que se debe cumplir. El primer paso a realizar es la instalación del motor, como se muestra en la siguiente imagen. El motor brushless otorga propulsión en la rueda trasera. Para mejorar la eficiencia del motoreléctrico se puede realizar una placa corrediza que se una al chasis.

Figura 4. Implementación de motor Brushless en el prototipo



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Diseño e implementación de piñón al eje del motor

El piñón que viene junto al motor eléctrico tenía características diferentes como son su tamaño o distancia entre piñones, por lo que se sugirió el diseño y fabricación de un piñón nuevo, que permita el correcto funcionamiento en la cadena y en su rueda motriz.

Figura 5. Implementación de motor Brushless en el prototipo



Fuente: A.Cuichan, W. Chicaiza

Figura 6. Diseño y fabricación de piñón



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Implementación de cadena universal

La cadena es un elemento o dispositivo mecánico que permite la característica de transmitir el movimiento y la potencia de tracción que existe entre el acelerador a pulsos electromagnéticos, el motor y rueda trasera. Su implementación va desde su eje de propulsión hasta el motor el cuál puede ofrecer potencia y velocidad.

Figura 7. Implementación de cadena al piñón a rueda de tracción



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Implementación de Baterías

La instalación de las baterías se debe realizar en una posición de la estructura que brinde seguridad para el piloto. Es recomendable instalar las baterías dentro de sus estuches que son compuestas de un tipo de metal llamado polipropileno ya que soporta grandes cargas electromagnéticas y temperaturas elevadas. Cada batería tiene una capacidad de otorgar energía almacenar al menos 24 V otorgando una gran eficiencia energética hacia el prototipo.

Figura 8. Implementación de baterías

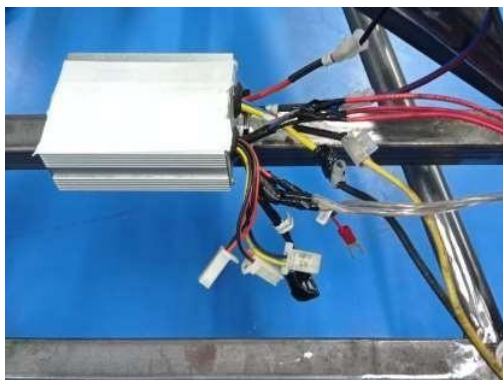


Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Implementación de controlador o variador de velocidades

La implementación de este elemento es muy importante debido a que el motor tiene características como son las múltiples fases y un tipo de conmutación entre fases que permite transformar la energía eléctrica en energía mecánica.

Figura 9. Conexión e implementación de controlador en el prototipo



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Implementación de fusibles

Este paso es importante para los sistemas electrónicos, ya los fusibles son los encargados de brindar seguridad a los componentes electrónicos en caso de haber cortocircuitos. Consta de dos elementos llamados clavijas que permanecen unidas gracias a un filamento de anchura resistente a choques térmicos. Para el prototipo se utilizó un fusible de 30 A.

Figura 10. Fusibles de 30 A



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Figura 11. Conexión e implementación de fusible de 30 A



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Implementación de acelerador a pulsos electromagnéticos

Este acelerador permite generar pulsos electromagnéticos para poder crear una aceleración o propulsión y mantener en movimiento al vehículo. Se utilizó este tipo de aceleradores debido a que al momento de conducir el vehículo deberá permanecer el movimiento. Obteniendo así distintas gráficas al momento de realizar pruebas tanto en las baterías como en el variador de velocidades o controlador.

Figura 12. Acelerador a pulsos electromagnéticos (Scooter)



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Figura 13. Conexión e implementación de acelerador



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Implementación de Sistema de Pruebas PicoScope (Oscilloscope Diagnostics)

Figura 14. Instalación de software PicoScope



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Para el análisis de pruebas se requiere de algunos pasos como son la instalación del programa PicoScope 7, que es una herramienta o instrumento que se utiliza para probar, medir, y documentar experimentos en un osciloscopio.

Se deben aplicar en cargas no lineales para la conversión de energía eléctrica en señales de contenido armónicas, permitiendo analizar el funcionamiento trifásico del motor, las variaciones de frecuencia y tensiones a largo y poco plazo.

Figura 15. Caja de herramientas Pico Scope



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Figura 16. Conexión e implementación de herramientas



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

La conectividad USB permite la adquisición de datos a máxima velocidad, a partir de las pruebas de velocidad, potencia y aceleración para un posterior análisis de resultados para la comprobación de la eficiencia energética del prototipo.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

La recolección de datos se calcula utilizando una conexión de 12 V y 12 A entre diez baterías de plomo, para arrancar, acelerar y cargar la batería de los dos motores eléctricos, se requirió un módulo de control. Las pruebas con multímetro se realizaron después de que se construyó el vehículo, además de las pruebas estándar de Fórmula SAE en el momento del registro, lo que arrojó una aceleración de 8,77 HP, ejercido en 1 par máximo 72,56 N*m.

Análisis e interpretación de resultados

Prueba N° 1. Tres vueltas en planada

Para el inicio de pruebas se tomó en referencia una pista, la cual cuenta con distintos ángulos de inclinación lo cual permitió obtener datos y en diferentes escenarios al momento de conducir el prototipo.

Figura 17. Distancia recorrida durante 3 vueltas, GPS Logger



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Aquí se puede ver el recorrido que hizo el prototipo al iniciar la primera prueba, la cual se basó en los siguientes parámetros:

- El recorrido se realizó en una pista plana
- En los 300 metros de referencia de pista se recorrió 270 metros
- El tiempo de recorrido tomó 120 segundos
- La velocidad promedio fue de 12 km/h
- El ángulo de inclinación varió entre los 5 y 10 grados

A continuación, se muestra el llano que recorrió el prototipo 3 vueltas, la distancia es de 300

Metros con una velocidad máxima de 10 km/h con una duración de 01:56 minutos

Figura 18. Distancia recorrida durante 3 vueltas, Universidad Politécnica Salesiana, 2022



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

La pista de pruebas tomada de referencia es lo más similar a donde este tipo de prototipos estará relacionado. El número de vueltas fueron 3 alcanzando los 100 metros por vuelta, dicha pista tiene pendientes, planadas y subidas lo cual permitió obtener los datos de forma eficiencia y precisa.

Figura 19. Distancia recorrida durante 3 vueltas, Universidad Politécnica Salesiana, 2022



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Prueba N° 2. En llano con pulsaciones

Para la prueba No.2 se consideraron las siguientes especificaciones, el vehículo recorrió 300 metros a una velocidad máxima fue de 11 km/h y tuvo una duración de 2 minutos con 8 segundos. Finalmente se pudo detectar que el camino recorrido por pulsaciones electromagnéticas ayuda más a la eficiencia de la batería el amperaje, por lo tanto, se tiene una elevación de amperaje y de voltaje.

Figura 20. Distancia recorrida durante 3 vueltas con pulsaciones, GPS Logger



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Figura 21. Distancia recorrida durante 3 vueltas con pulsaciones, UniversidadPolitécnica Salesiana, 2022



Realizado por: A. Cuichan, W. Chicaiza

En la prueba No.2 se utilizó solo la planada de la pista, la prueba establecida arrojó solamente datos de amperaje y voltaje lo cual se realizó una gráfica de amperaje vs voltaje en un tiempo de 2:08 minutos. Es importante tener en buen estado la carga de las baterías para realizar las pruebas sin problemas.

Prueba N° 3. Con una subida de inclinación de 16°

Figura 22. Subida de inclinación de 16°, GPS Logger



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

La prueba No.3 se realizó en una distancia de 150 metros con una pendiente de 16 grados a una velocidad de 10 km/H, el controlador se debe forzar indicando ciertos errores en el tema de cadena y tren motriz arrojando datos de Amperaje vs Voltaje.

Figura 23. Subida de inclinación de 16°, Universidad Politécnica Salesiana, 2022



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Prueba N° 4. Pendiente Pronunciada

En esta prueba se reinició el software para una mejor eficiencia del programa, además se registró una distancia de 262 metros, casi similar a la prueba No.1 obtenida.

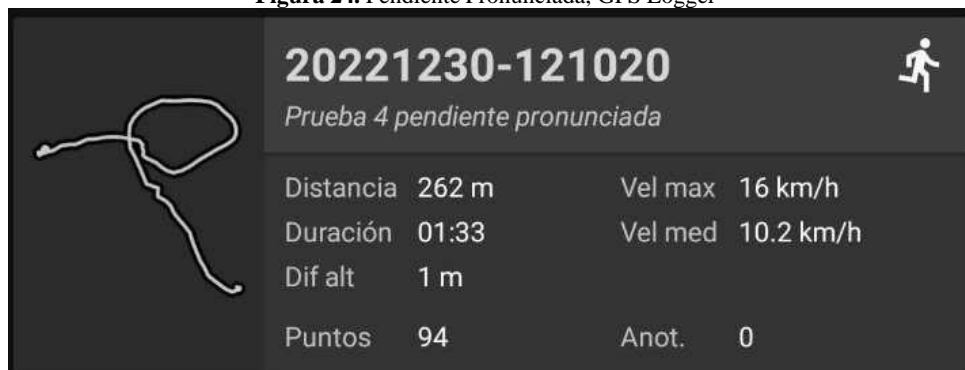
Datos para especificar:

Prueba con Pendiente Pronunciada:

- Distancia: 262 metros
- Duración: 1:33 minutos
- Velocidad Máxima: 16 km/h

Resultados obtenidos: El consumo energético de las baterías es menor cuando se trata de pendientes ya que en los resultados obtenidos indican que en subida de pendientes o planadas el variador de velocidades trabaja más fuerte recalentando el componente de velocidades, generando un riesgo mayor a la vida del componente.

Figura 24. Pendiente Pronunciada, GPS Logger



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Figura 25. Pendiente pronunciada, Universidad Politécnica Salesiana, 2022



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Prueba N° 5. Subida de pendiente

Figura 26. Pendiente, GPS Logger



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Para la subida de pendientes se tomó en cuenta una distancia muy similar a los 300 metros de referencia, se aplicó la gráfica a comparar de amperaje vs voltaje en base al tiempo con una velocidad de 12 km/h.

Prueba N° 6. Pendiente estático con un ángulo de 16°

Figura 27. Pendiente de 16° estático, GPS Logger.



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Figura 28. Pendiente de 16° estático, Universidad Politécnica Salesiana, 2022



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Figura 29. Pendiente con 8°, GPS Logger



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Prueba N° 7. Pendiente con un ángulo de 8°

Datos Específicos:

1. Distancia: 37 m
2. Tiempo: 62 segundos
3. Velocidad Máxima: 8 km/h

Prueba No.8 Subida de Pendiente Datos a especificar en Gráfica.

- Distancia: 183 metros
- Duración: 1:37 minutos

Figura 30. Pendiente de 8°, GPS Logger



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

- Velocidad Máxima: 12 km/h

Figura 31. Pendiente de 8°, Universidad PolitécnicaSalesiana, 2022



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

CONCLUSIONES

- En el diseño, análisis e interpretación de datos se estima que el prototipo, tiene un mejor consumo energético cuando los componentes se encuentran perfectamente alineados e implementados al prototipo.
- En las pruebas de funcionamiento se establece que el cambio de localización del motor en la parte trasera del chasis altera el funcionamiento de la cadena, alterando la tensión y el cambio de amperaje.
- En los análisis de datos se puede establecer que el promedio de velocidad es de 14.5km/h, además con las pruebas realizadas con ayuda de un software especializado en grabación de datos estadísticos como velocidad, niveles de pendiente, etc.
- El voltaje y amperaje genera un esfuerzo al variador de velocidades, esto puede determinar que la aceleración no debe ser continua, sino a pulsos para no tener averías en todos los componentes que conforman el sistema eléctrico.
- Para cada experimentación se realizó prácticas de varios métodos las mismas que permitieron obtener datos como voltaje, intensidad, potencia, velocidad, distancia y tiempo se modificaron a consecuencia que la potencia trabaja según varíe el voltaje y la corriente en una distancia recorrida.
- Para el análisis de eficiencia energética se usa la fórmula $n = Es / Eo$, la cual permite calcular la energía cinemática desarrollada por el prototipo, obteniendo datos para generar una comparativa de datos y mejorar de forma eficiente el vehículo.

RECOMENDACIONES

- Para el desarrollo de pruebas óptimas, el piloto debe cumplir especificaciones como peso y altura esto se debe tomar en cuenta ya que el controlador del motor puede tener un recalentamiento y presentar averías.
- Es de suma importancia usar los diagramas eléctricos para aprovechar al máximo el trabajo de componentes en el prototipo para así lograr el objetivo de tener un bajo consumo energético.
- El prototipo tiene mucha mejor eficiencia según sea el peso de quien lo controle, el controlador de velocidad, fusible, motor y baterías podrían sufrir daños cuando son exigidos bruscamente.
- La implementación de borneras y cintas aislantes se debe realizar después de identificar cables y accesorios electrónicos, así se evita cortocircuitos y daños en el sistema eléctrico
- Tomar en cuenta la posición de la cadena y el cambio marcha en los piñones de la tracción trasera, debido a que genera un cambio de temperatura tanto en el controlador como en el motor eléctrico.
- Al momento de realizar pruebas adicionales en el prototipo, se sugiere que las aceleraciones sean mediante pulsos electromagnéticos para regular la potencia y velocidad del motor.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón Balseca, O. E. (23 de 01 de 2019). *Controlador electrónico de velocidad para cuatro motores sin escobillas*. Obtenido de <https://oa.upm.es/56555/>
aretecnologia. (20 de 06 de 2015). *MOTOR ELECTRICO*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/EL%20MOTOR%20ELECTRICO.htm>
- Auto Avance. (26 de 01 de 2021). *Baterías de Ion Litio*. Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/baterias-ion-litio-funcionamiento/>
- Ávila Meza, M. A. (17 de 10 de 2014). *Diseño y construcción de un cargador automatizado de baterías de vehículos híbridos*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9121>
- Barrena-Bruña, J. A. (2015). BATERÍAS Y ACUMULADORES. *Aula DYNA*, 1-4.
- Bermeo Ojeda, S. V. (2022). *Diseño y construcción de los sistemas de chasis, carrocería, dirección, frenos y suspensión para un vehículo monoplace eléctrico*. Ecuador.
- Bueno, D. (2015). *Motor eléctrico brushless: Funcionamiento y características*. Ecuador: CochesRc.com.
- Copetti, J. B. (2016). *Modelado de acumuladores de plomo-ácido para aplicaciones fotovoltaicas*. España.
- Cuscuetta, D. J. (2010). *Elaboración, caracterización e hidruración de materiales para electrodos negativos de baterías*. Argentina.
- Erazo Castillo José, P. P. (2016). Design and Implementation of the Electric Propulsion Train of a Prototype for the Eco Shell Marathon Competition. 267-282.
- Farras, J. G. (2015). Baterías de Ni-Cd. Uso y mantenimiento. *CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA*, 1-4.
- Galbarro, H. R. (2015). Transmisión por Cadenas Cálculo y diseño. *Ingemecánica*, 15-20.
- Hernán Romero. (2015). Guía Técnica sobre manejo de baterías de plomo ácido usadas. "Proyecto ResPel", 45-78.
- JAIME, L. P. (2017). *DISEÑO DE UN MONOPLAZA ELÉCTRICO TIPO SCOOTER COMO MEDIO ALTERNATIVO DE TRANSPORTE URBANO*. Bogotá- Colombia.
- Larco Gómez, D. A. (2018). Rediseño y construcción del sistema eléctrico y electrónico de control de unidades educativas, tipo Mawdsleys, para el estudio de convertidores AC/DC, AC/AC y control de motores DC y AC. *MOTORES DE INDUCCION*, 47-98.

MASTER INGENIEROS. (2016). *Motor brushless*. Cartagena: Mircrochiop TechnologyInc.

Mikel Abasolo, S. N. (2017). TRANSMISIÓN POR CORREAS. *OpenCourseWare*, 10-21.

Percy Rafael Viego-Felipe, J. R.-S.-S.-O. (2018). Motores sincrónicos de reluctancia asistidos por imán permanente: Un nuevo avance en el desarrollo de los motores eléctricos. *Permanent magnet assisted synchronous reluctance motors: A new advance in electric motors development*, 268-277.

R. Iglesias, A. L.-P. (2015). *Modelado y Simulación de una Batería de Ion-Litio*. España. Obtenido de <http://quintans.webs.uvigo.es/documentos/2012-SAAEI-0464-gf-000126.pdf>

RACE. (01 de 04 de 2019). *¿Cómo funciona un coche eléctrico?* Obtenido de <https://www.race.es/como-funciona-coche-electrico>

Series PFVH/PFVI Vane Pump and Cartridge Kit. (2015). *Product Crossover*. USA:Parker.

Torres, F. (24 de 11 de 2001). *Baterías de níquel-hidreto metálico, una alternativa paraas baterías de níquel-cádmio*. Obtenido de <https://doi.org/10.1590/S0100-40422001000200015>

Torres, G. (17 de 09 de 2018). *Elementos de transmisión: Engranajes*. Obtenido de https://aulavirtual.fio.unam.edu.ar/pluginfile.php/17098/mod_resource/content/1/Trasmision%20Engranajes.pdf

Universidad del Azuay. (14 de 08 de 2022). *Propulsión Eléctrica*. Obtenido de <https://posgrados.uazuay.edu.ec/programas/maestria-en-sistemas-de-propulsion-electrica-0>

Velásquez, D. A. (2015). *Inventario Motos Eléctricas*. Colombia: SCRIBD. Obtenido de <https://www.scribd.com/document/376032045/Inventario-Motos-Electricas>

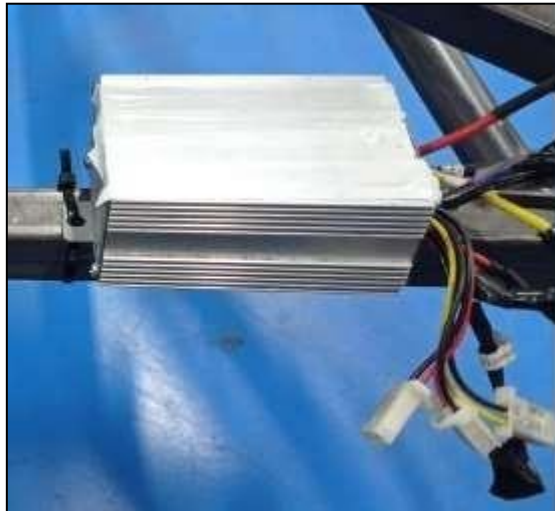
Wiley Online Library. (2015). Li-ion batteries: basics, progress, and challenges. *Energy Science y Engineering volumen 3, Issue 5*, 385-418.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografía de Motor Brushless Universidad Politécnica Salesiana, 2022.



Anexo 2. Controlador de Motor Brushless, 2022



Anexo 3. Baterías Ion Litio, 2022.



Anexo 4. Cargador de baterías, 2022.



Anexo 5. Conexiones en prototipo de bajo consumo energético, 2022.



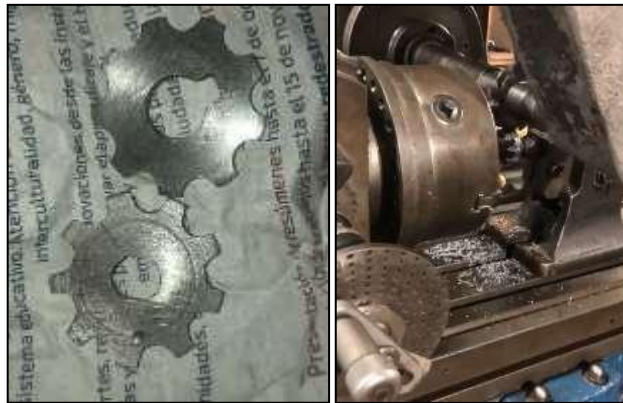
Anexo 6. Pico Oscilloscope Diagnostics Universidad Politecnica Salesiana, 2022



Anexo 7. Fotografía Pico Oscilloscope software y equipo instalado, 2022.



Anexo 8. Fabricación de piñón motor brushless, 2022.



Anexo 9. Implementación de sistemas eléctricos e inicio de análisis de datos y resultados, 2022.



Anexo 10. Inicio de pruebas y análisis de resultados Universidad Politécnica Salesiana, 2022.



Anexo 11. Pista tomada de referencia para pruebas y análisis de resultados, Universidad Politécnica Salesiana, 2022.



Anexo 12. Implementación de elementos electrónicos en el prototipo, taller de Ingeniería Automotriz, Universidad Politécnica Salesiana, 2022.



Anexo 13. Finalización de pruebas en el prototipo de eficiencia energética en el taller de Ingeniería Automotriz, Universidad Politécnica Salesiana, 2022.



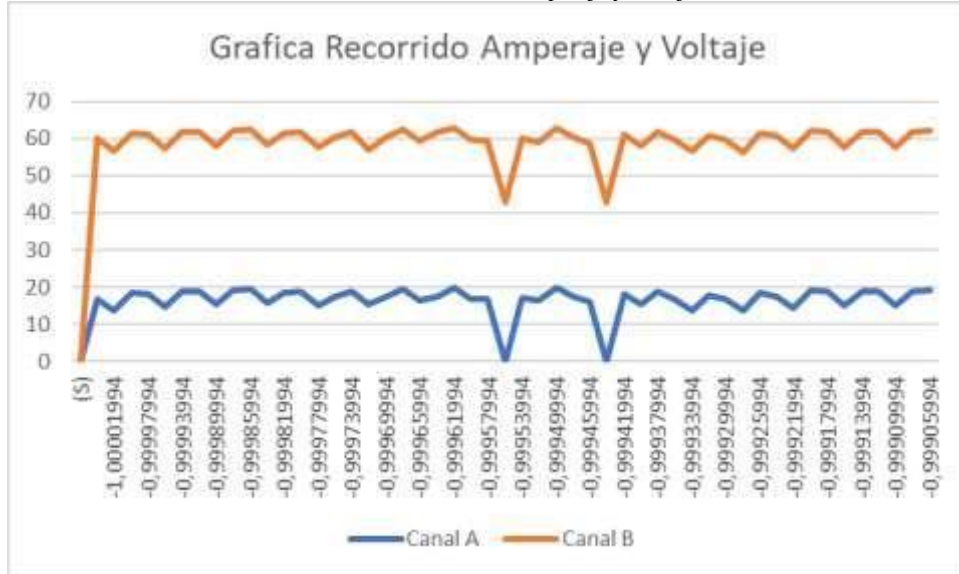
Anexo 14. Toma de tiempos en base a su número de vueltas prueba y análisis de resultados, 2022.



Anexo 15. Implementación de mejoras en el prototipo de eficiencia energética, Universidad Politécnica Salesiana, 2022.



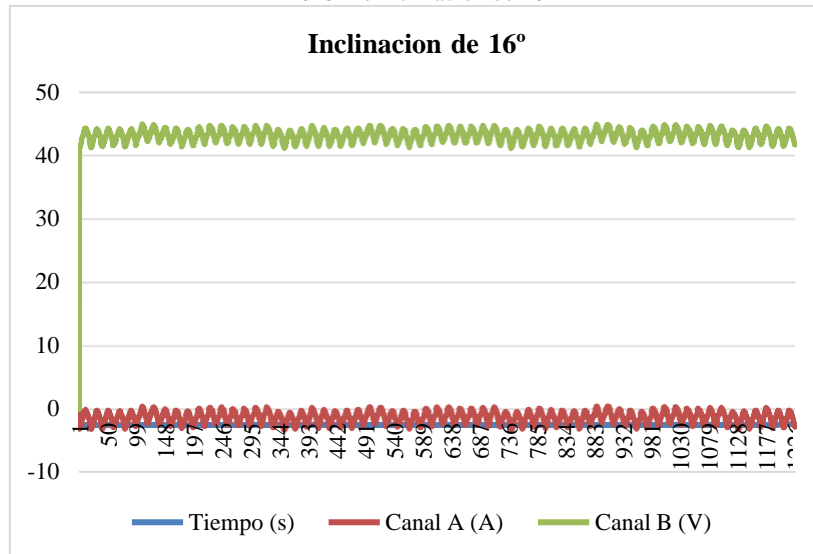
Anexo 16. Recorrido de Amperaje y voltaje.



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

El análisis de la gráfica del recorrido en esfuerzos o pista con elevación indica que el amperaje del canal A es más elevado que la línea de desgaste de voltaje en el canal B.

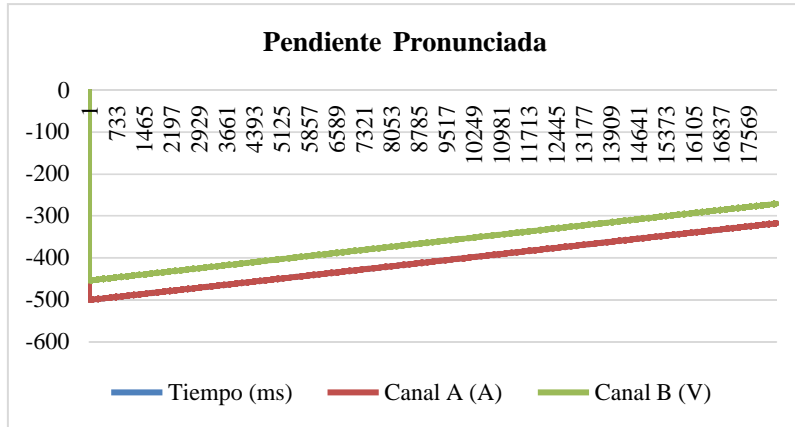
Anexo 17. Inclinación de 16°



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Los datos obtenidos en la tabla o gráfica indican que el amperaje disminuye, pero el voltaje aumenta de forma demasiado creciente, el ángulo de 16 grados esfuerza el controlador y genera ondas que indican una mejor eficiencia del prototipo.

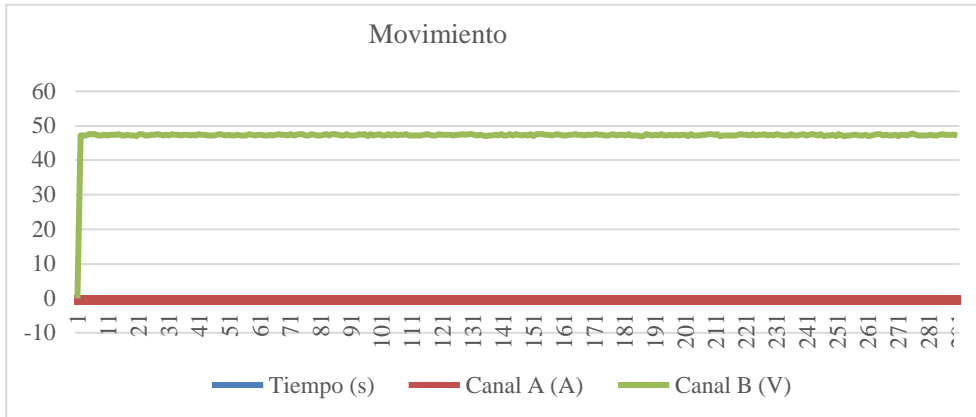
Anexo 18. Pendiente Pronunciada



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

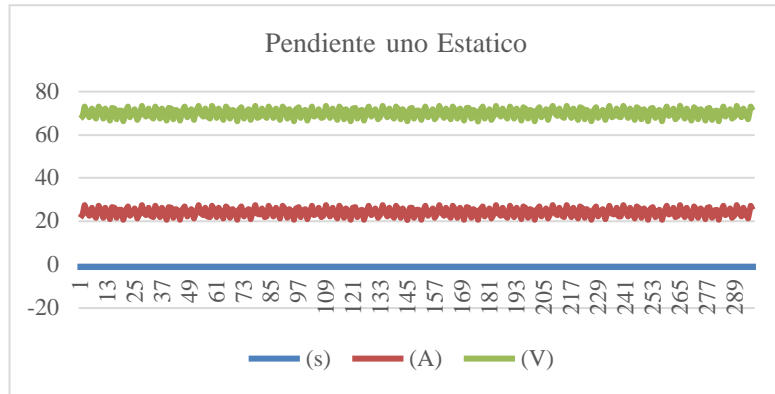
Línea de pendiente pronunciada a 16 grados el amperaje asciende junto al voltaje, generando un valor de datos a compararlo.

Anexo 19. Movimiento



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

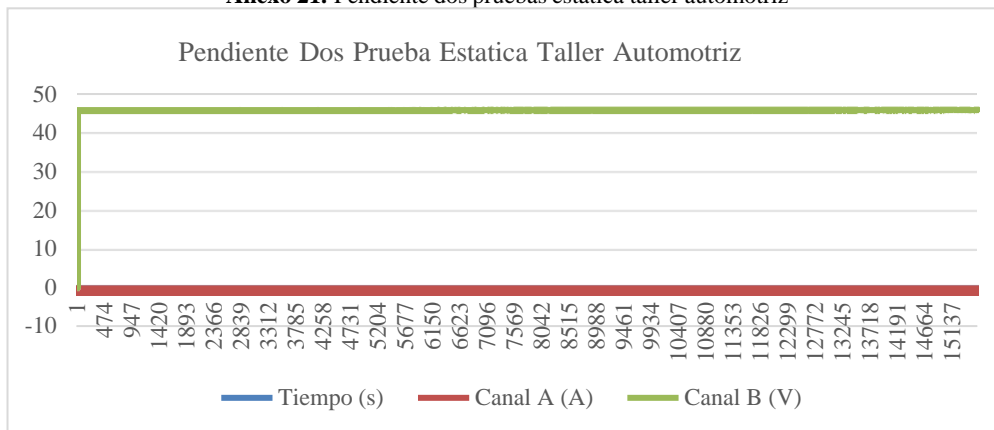
Anexo 20. Pendiente uno estático



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

Los datos tomados en estático indican que amperaje y voltaje son muy semejantes, debido a que los amperios tienen como característica principal el consumo del motor en potencia nominal.

Anexo 21. Pendiente dos pruebas estática taller automotriz



Realizado por: A.Cuichan, W. Chicaiza

La prueba No.9 en estático indica que hay una semejanza entre voltaje y amperaje, la capacidad eléctrica que se dirige por el cable de las baterías hacia el motor permitiendo medir la presión del voltaje o rango.

