

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL
FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE UN VEHÍCULO ELÉCTRICO CON PANEL
SOLAR.

PRESENTADO POR:

VILATUÑA TACO BRYAN DARIO

TUTOR

ING. UGEÑO GUILCAPI DENIS MARCELO. MG.

FECHA

ENERO 2024

QUITO – ECUADOR

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Diseño y construcción de un módulo didáctico para el funcionamiento de un motor de un vehículo eléctrico con panel solar”, presentado por el ciudadano Vilatuña Taco Bryan Dario, para optar por el título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de enero de 2024

Ing. Ugeño Guilcapi Denis Marcelo. MG

C.I.: 1721866778

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: “Diseño y construcción de un módulo didáctico para el funcionamiento de un motor de un vehículo eléctrico con panel solar”, presentado por el ciudadano Vilatuña Taco Bryan Dario, facultado en la carrera Tecnología Superior en Mecánica Automotriz.

Para constancia firman:

Nombre:

C.I.:

DOCENTE TUVN

Nombre:

C.I.:

DOCENTE TUVN

Nombre:

C.I.:

DOCENTE TUVN

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Vilatuña Taco Bryan Dario portador de la cédula de ciudadanía 1724467335, facultado en la carrera Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, autor de esta obra, certifico y proveo al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “Diseño y construcción de un módulo didáctico para el funcionamiento de un motor de un vehículo eléctrico con panel solar”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de mi proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de enero de 2024

Vilatuña Taco Bryan Dario

C.I.: 1724467335

Dedicatoria

Gracias a todas las personas que he tenido la dicha de conocer y que me han brindado su apoyo abnegado, con sus consejos, ánimos y acciones que han contribuido en mi formación profesional y que se ve reflejado en este proyecto.

Agradecimiento

El más sincero agradecimiento a mi madre Blanca Taco y a mi padre Héctor Toctaguano y en especial a mi hijo Alessandro Vilatuña que fue el motivo para llegar a cumplir este sueño, también a mi compañero que siempre estaban en los momentos difíciles de mi vida estudiantil. Además, agradezco a los docentes que me brindaron sus conocimientos y sus consejos para ser un profesional de éxito.

Tabla de Contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
Antecedentes	12
Justificación	14
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Marco Teórico	16
Energía Solar	16
Funcionamiento de la Energía Solar	17
Usos de la Energía Solar	18
Paneles Solares	19
Funcionamiento de los Paneles Solares	20
Convertidor de Voltaje del Panel Solar	21
Inverso de Corriente	22
Motor de 500 Watts	23
Controlador de Carga Solar	23
Vehículo Eléctrico	25
Suministro de Energía para el Vehículo	25
Funcionamiento del Vehículo Eléctrico	27
Batería	27

	8
Metodología y Desarrollo del Proyecto	29
Diseño Metodológico	29
Descriptivo	29
Diseño de la Estructura	29
Ensamblaje de las Bases de Soporte	31
Selección de Materiales Eléctricos	34
Propuesta	40
Desarrollo de la Propuesta y Resultados	40
Mediciones de Voltajes	40
Conclusiones	47
Recomendaciones	48
Referencias	49
Anexos	52

Resumen

El tema de investigación, diseño y construcción de un módulo didáctico para el funcionamiento de un motor de un vehículo eléctrico con panel solar, ya que la propuesta tecnológica constara con sistemas que se encuentran en el mercado nacional e internacional el avance de la tecnología nos permite encontrar los implementos del sistema con un costo intermedio por el material de fabricación de los paneles solares. De conformidad con la propuesta tecnológica aspiramos: construir, adaptar, mejorar y modificar el uso de un vehículo solar con la finalidad de ir mejorando en lo posible la tecnología nacional.

De conformidad con la propuesta tecnológica se construyó, adapto, y optimizó el uso del vehículo solar con la finalidad de ir mejorando en lo posible la tecnología nacional. el presente estudio explorará los conocimientos técnicos, el cual ayudará a ser más dinámico el aprendizaje, con la finalidad de realizar modificaciones e implementar sensores para una mayor simulación del vehículo eléctrico.

Es importante recalcar que las fuentes de energía renovables como la solar, la eólica, la hidráulica, la biomasa, la geotérmica, entre otras, son viables por la alta cantidad de potencial energético que dispone el país por su ubicación geográfica. La ciencia y la tecnología avanza, día a día, de una manera acelerada, tal es el caso, que dispositivos tan complejos como los que se usan en el presente tema de investigación antes mencionado. El consumo de combustibles fósiles para los automóviles tiende a ser insostenible para nuestro planeta, tanto por el agotamiento de los recursos naturales como por los daños irreversibles que ocasiona al ecosistema.

Palabras Claves: MODULO DIDÁCTICO, PANEL SOLAR, MOTOR ELÉCTRICO.

Abstract

The research topic involves the design and construction of a didactic module for the operation of an electric vehicle's motor with a solar panel. The technological proposal includes systems available on the national and international markets. The advancement of technology allows us to find system components at an intermediate cost, due to the manufacturing materials of the solar panels. In accordance with the technological proposal, we aim to build, adapt, improve, and modify the use of a solar vehicle to progressively improve national technology. Based on the technological proposal, the solar vehicle was built, adapted, and optimized with the goal of improving national technology as much as possible. This study will explore technical knowledge, which will help make learning more dynamic, with the aim of making modifications and implementing sensors for better simulation of the electric vehicle.

It is important to highlight that renewable energy sources, such as solar, wind, hydroelectric, biomass, geothermal, among others, are viable due to the country's large amount of energy potential thanks to its geographic location. Science and technology are advancing at an accelerated pace, as is the case with the complex devices used in the aforementioned research topic. The consumption of fossil fuels for automobiles tends to be unsustainable for our planet, both due to the depletion of natural resources and the irreversible damage it causes to the ecosystem.

Keywords: DIDACTIC MODULE, SOLAR PANEL, ELECTRIC MOTOR.

Introducción

La transmisión de la potencia eléctrica y su control, crea la necesidad de diseñar un sistema eléctrico que cumpla con los requerimientos propuestos y las consideraciones de diseño, por lo que es necesario una investigación sobre el tema.

En la primera fase del proyecto se establece la síntesis de los fundamentos teóricos: descripción de la competencia, elementos eléctricos cables, conectores, terminales, aislantes, fundas de protección para arneses de cables.

En la segunda fase se pretende encontrar la mejor manera para transmitir la potencia eléctrica desde los acumuladores hacia los diferentes consumidores eléctricos, para lo que se realiza el cálculo de las secciones transversales de los conductores basándose en el criterio térmico para las máximas intensidades admisibles del conductor.

En la tercera fase se presenta el montaje de todos los elementos eléctricos y dispositivos electrónicos en el vehículo, para luego proceder a la conexión de los diferentes circuitos involucrados. Seguido se exhibe las evaluaciones y escrutinios realizados en el sistema eléctrico. Para finalizar se muestra los resultado conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

Antecedentes

Los primeros vehículos eléctricos prácticos surgieron a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX hasta que los avances en los motores de combustión interna, por lo que (M. Nogales, 2021) menciona lo siguiente:

Con la introducción del motor de arranque eléctrico, y la producción en masa de vehículos de gasolina más baratos y con un combustible a buen precio llevaron al declive el uso de vehículos eléctricos. Luego tras varias décadas en el olvido, la crisis del petróleo de 1973, produjo un breve renacimiento en el interés por los vehículos eléctricos durante la década de 1970 y 1980, aunque tampoco llegaron a alcanzar la comercialización en masa.

La idea de los vehículos eléctricos equipados con paneles solares que aporten un extra de autonomía ha ido cobrando cada vez más peso en los últimos años, de acuerdo con:

La investigación, los obstáculos los que impiden que su desarrollo acaba de despegar, la clave está en encontrar la combinación adecuada de eficiencia, durabilidad, flexibilidad, peso y coste, y puede que sea posible gracias a los TMD y al grafeno. (Mendoza, 2022)

En torno a estos materiales semiconductores gira el último estudio de un equipo de investigadores de la Universidad de Stanford expertos en fotovoltaica, que aseguran que son capaces de aumentar el rendimiento de la conversión energética de las celdas fotovoltaicas. “Y poder generar así suficiente energía como para alimentar un coche eléctrico” (Mendoza, 2022).

Es de resaltar que, en los paneles fotovoltaicos, se usa un material semiconductor, llamado celdas o células fotovoltaicas, cuya constitución podría ser silicio mono

cristalino, policristalino o amorfo rico, así como otros de semi-conducción de superficie delgada.

“Tomando la radiación de la luz y transformándola en energía eléctrica que alimentara al motor del vehículo” (Maldonado López & Maldonado Nogales, 2021)”.

Justificación

El presente trabajo de investigación consta sobre el diseño e implementación de un diseño y construcción de un módulo didáctico para el funcionamiento de un motor de un vehículo eléctrico.

Los paneles solares son los encargados en realizar la captación de la radiación solar directa e indirecta para transformar en corriente eléctrica, cuando la radiación solar incide de manera perpendicular sobre la superficie de los paneles el potencial se genera al máximo, es decir que a lo largo del día los paneles y los rayos solares se encuentran de forma perpendicular, para lograr el objetivo se ha creado dos triángulos 35 a 45 grados de inclinación para aprovechar de mejor manera el recurso natural.

Brindar al sistema una mejor capacidad de generación lo cual se traduce en una mayor rentabilidad del sistema, contribuyendo notablemente en la recuperación del capital invertido, ya que este tipo de sistemas de generación suelen requerir de fuertes sumas de dinero para su construcción con un enfoque adicional la implementación de este sistema fotovoltaico conlleva este tipo de proyecto dentro del ámbito de formación académica ya que permitirá a los estudiantes observar el funcionamiento de los paneles solares.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un módulo didáctico para el funcionamiento de un motor de un vehículo eléctrico mediante el uso de energía pura, incorporando un panel solar para el almacenamiento de potencia eléctrica generando así el movimiento de la fuente motriz.

Objetivos Específicos

- Implementar un módulo didáctico para un vehículo eléctrico con panel solar, que incluya una estructura educativa y funcional para la enseñanza de conceptos de energía renovable y electromovilidad.
- Construir el prototipo del módulo didáctico, asegurando la integración adecuada de todos los componentes eléctricos y del sistema de paneles solares para un funcionamiento óptimo.
- Evaluar el rendimiento del módulo didáctico en diferentes condiciones operativas, realizando pruebas para medir la eficiencia energética del panel solar y el desempeño del vehículo eléctrico.

Marco Teórico

Energía Solar

A principios del siglo XXI, la energía solar emergió como una solución prometedora para la humanidad. Con la creciente demanda energética y el aumento de los costos financieros y ecológicos de las fuentes tradicionales, la energía solar ofrece una alternativa viable y sostenible.

De acuerdo con:

La lectura, la quema de combustibles fósiles, por ejemplo, se asume como la gran responsable de los cambios climáticos sufridos por el mundo en tiempos recientes, debido a la alta concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. (Innovar, 2022, p. 45)

Figura 1

Energía solar



Nota. Esta gráfica representa la energía calórica estado natural. Adaptado de Energía solar fotovoltaica y térmica: ventajas y desventajas, por A. Caballero, 2023.

(<https://climate.selectra.com/es/que-es/energia-solar>).

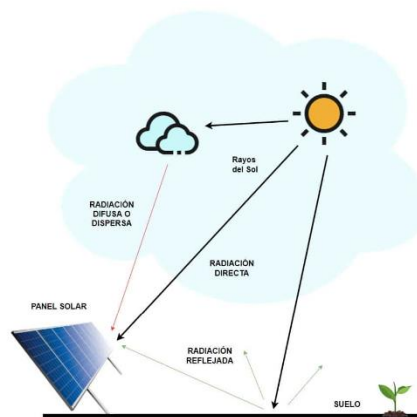
Funcionamiento de la Energía Solar

La energía solar requiere una instalación fotovoltaica para generar electricidad. Esta instalación captura la radiación solar con celdas fotovoltaicas y la convierte en corriente. La radiación solar proviene de las reacciones de fusión que ocurren en el sol.

“La radiación nos llega con menos intensidad por los fenómenos de fenómenos absorción, reflexión, difusión, y por las múltiples partículas que están suspendidas en la atmósfera” (Innovar, 2022, p. 32). Sin embargo, “la radiación viaja hacia la tierra mediante ondas electromagnéticas y, posteriormente, puede ser aprovechada para su uso e incluso almacenamiento y para generar electricidad, necesitamos captar la luz del sol que atraviesa la atmosfera” (Scheven, 2023, p. 23).

Figura 2

Sistema Fotovoltaico



Nota. Esta gráfica representa el desarrollo del sistema fotovoltaico Reproducido de Energía solar fotovoltaica, por P. Seguí, 2022. (<https://ovacem.com/energias-renovables/solar/fotovoltaica/>).

Usos de la Energía Solar

Esta energía transforma directamente la radiación solar en electricidad utilizando células fotovoltaicas en placas solares. Los paneles, predominantemente hechos de silicio, convierten la energía solar en eléctrica aprovechando las propiedades de los materiales que los componen.

“Cuando la luz del sol incide en una de las caras de la célula solar es capaz de generar corriente eléctrica el proceso de fabricación de los paneles solares”

Mediante dicho proceso se labora los conocidos lingotes de silicio que posteriormente se cortan en células fotovoltaicas, que son enriquecidas con Boro y Fósforo. En la búsqueda de perfeccionar y bajar los costos para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica, actualmente se están investigando con otros materiales de mayor rendimiento y más económicos. (Autosolar 2017, p. 2).

Figura 3

Utilidades de la energía solar



Nota. Esta gráfica representa los diferentes usos de la energía solar. Reproducido de Aplicación de la energía solar fotovoltaica, por J. Aguilera, 2023.

(https://www.libreriasalesiana.com/libro/aplicacion-de-la-energia-solar-fotovoltaica_4395)

Paneles Solares

Según Celsia (2018) menciona que “La electricidad de corriente alterna se envía desde el inversor a su tablero eléctrico para accionar las luces y aparatos con energía solar. El cuadro eléctrico es a menudo llamado caja de interruptores” (p. 12).

Los paneles solares o módulos solares son dispositivos diseñados para captar la radiación electromagnética proveniente del sol, para su posterior aprovechamiento y transformación en diversas formas de energía útil, como son la energía térmica obtenida mediante colectores solares y la energía eléctrica obtenida mediante paneles fotovoltaicos. De acuerdo con:

Este tipo de artefactos surgieron a mediados del siglo XX y aprovechados para brindar energía constante a los satélites puestos en órbita alrededor de la Tierra, y luego para mejorar la calidad de vida de poblaciones alejadas de toda forma de cableado o transmisión eléctrica convencional desde entonces ha cobrado importancia como eventual alternativa a las formas tradicionales de energía, puestas en crisis desde finales del siglo debido a la altísima demanda mundial de energía y al costo ecológico tan alto que implica producirla. (Celsia, 2018, p. 23)

Figura 4

Módulos o paneles solares



Nota. Esta gráfica representa las planchas de paneles solares. Reproducido de Paneles solares por Redacción, 2023. (<https://www.rionegro.com.ar/propiedades/paneles-solares-20-respuestas-a-todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-su-uso-e-instalacion-2318039/>)

Funcionamiento de los Paneles Solares

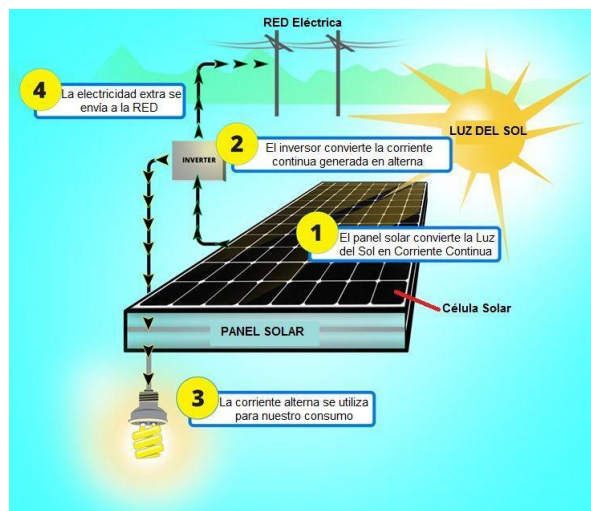
Los paneles solares capturan la radiación solar mediante cristales semiconductores como el silicio cristalino o el arseniuro de galio. Estos materiales, al estar conectados, generan electricidad por el efecto fotovoltaico, que produce electrones al ser expuestos a luz visible o ultravioleta. De acuerdo con:

Estos materiales reciben la luz solar y generan un campo eléctrico, que luego es reconducido a través de cables y transmisores hasta dispositivos de almacenamiento.

Así, las estructuras de los paneles de metal inoxidable se hallan constantemente expuestas a la luz solar, captando constantemente la energía térmica y/o lumínica de la radiación solar. (Innovar, 2022, p. 56)

Figura 5

Recorrido de la energía



Nota. Esta gráfica representa el funcionamiento de los paneles solares. Reproducido de Partes del panel solar, por Portal educativo Partes, 2019.

(https://www.partesdel.com/partes_del_panel_solar.html)

Convertidor de Voltaje del Panel Solar

El convertidor transforma la corriente continua de los paneles fotovoltaicos en corriente alterna, que se puede usar en el hogar, almacenar en baterías o enviar a la red eléctrica. Es esencial para el funcionamiento eficiente del sistema fotovoltaico. De acuerdo con:

La investigación de este tipo de aparato se usa, por ejemplo, en sistemas fotovoltaicos que están conectados a la red con el fin de introducir la corriente que produce la planta de forma directa en la red eléctrica de distribución y en sistemas fotovoltaicos.

Así, si tienes un aparato que funciona con corriente alterna, pero no cuentas con corriente alterna de red, el convertidor te permite conectar el aparato usando una fuente de corriente continua, como puede ser una batería. (sotysolar, 2022, p. 34)

Figura 6

Convertidor de energía



Nota. Esta gráfica representa el módulo de inversor de energía. Reproducido de reductor de voltaje de 24v a 12v de 60A, por VISIÓNLED, 2018.

(<https://www.visionledquito.com/product/reductor-de-voltaje-de-24v-a-12v-de-60a/>).

Inverso de Corriente

Un inversor convierte la corriente continua (DC) en corriente alterna (AC), permitiendo su uso en viviendas. Es el componente central de un sistema solar, esencial tanto para instalaciones aisladas como para las conectadas a la red eléctrica. De acuerdo con:

La tensión de entrada desde las baterías y su rendimiento se refiere a la relación entre la potencia eléctrica extraída de los paneles fotovoltaicos o sistema de baterías (entrada) y la potencia eléctrica entregada por el inversor salida”

La decisión más importante en nuestra instalación fotovoltaica, después de elegir los paneles solares, es seleccionar el tipo de inversor. Tendremos que elegir el que más se adecúe a sus necesidades (autosolar ,2021, p.32).

Figura 7

Inversor de energía



Nota. Esta gráfica representa el módulo de inversor de energía. Reproducido de Inversor onda pura 600w 24v, por Solar Plus Energy, 2022.

(<https://www.solarplusonline.com/collections/belttt/products/inversor-onda-pura-600w-24v-1>).

Motor de 500 Watts

Los motores de CA o también llamados motores de corriente alterna. Como su nombre indica, puede ser alimentado por la corriente continua de una fuente de voltaje de CC, como una batería de gel de 12V. De acuerdo con Scheven (2023):

Se eligió un diseño de motor sencillo para explicar su estructura y funcionamiento. Un motor de corriente alterna, como cualquier motor eléctrico, consta de un circuito magnético y dos circuitos eléctricos: uno en la parte fija (estátor) y otro en la móvil” (p. 12).

Figura 8

Motor de 500 watts



Nota. Esta gráfica representa el motor de 500 W. Reproducido de Motor de bicicleta eléctrica, por MISHOZUKIMOTOS, 2020. (<https://mishozukimotos.com/tienda/motor-de-bicicleta-electrica/>).

Controlador de Carga Solar

Los controladores o reguladores de carga son equipos que controlan el voltaje y la corriente de un panel solar o generador eólico, entregados al parque de baterías.

Este controlador solo puede ser aplicable para baterías de plomo-ácido. De acuerdo con OSWOS (2023):

El controlador de carga solar regula el voltaje de los paneles solares que van a la batería. Chip maestro industrial incorporado para controlar el cargador y el proceso de descarga.

Los parámetros son ajustables. Prolongue el ciclo de vida de la batería y haga que la carga funcione bien. Gestión de carga PWM profesional de 3 etapas, con todas las protecciones necesarias equipadas. Protección contra cortocircuitos, protección contra circuitos abiertos, protección contra inversión de polaridad. El USB doble con 5V / 3A proporciona carga a dispositivos universales para teléfonos móviles. La pantalla LCD con función de luz de fondo indica claramente el estado y los datos. Gran disipación de calor. MOS doble protecciones de corriente inversa, bajo valor. (p. 23).

Figura 9

Controlador de carga solar



Nota. Esta gráfica representa el controlador de carga solar y regula el voltaje. Reproducido de Controlador regulador carga solar Pwm 10a 20a 12/24v Usb Lcd, por QUITOLED, 2022.

(<https://www.quitoled.com/producto/controlador-regulador-carga-solar-pwm-10a-20a-12-24v-usb-lcd/>).

Vehículo Eléctrico

Un vehículo eléctrico utiliza motores eléctricos para la propulsión, que puede ser por ruedas, hélices, motores lineales, inerciales o aplicaciones de magnetismo, como los trenes de levitación magnética. Según la investigación de Electromovilidad (2023) “Reduce la contaminación, optimiza recursos energéticos, y minimiza la dependencia de combustibles fósiles” (p. 1).

Figura 10

Automóvil eléctrico



Nota. Esta gráfica representa el sistema de carga. Reproducido de Expansión, por Dreamstime Expansión, 2019.

(<https://www.expansion.com/empresas/energia/2019/06/22/5d0dfcd3e5fdeabf7a8b466c.html>).

Suministro de Energía para el Vehículo

El suministro de energía solar puede ser en corriente alterna directamente desde el panel. Para sistemas de corriente alterna, se convierte a corriente continua para cargar baterías. En sistemas de corriente continua, la carga puede ser directa, ya sea a bordo o de una fuente externa. De acuerdo con Ingeniero Vizcaino (2023):

La red de a bordo de un automóvil consta básicamente de tres elementos: acumulador de energía eléctrica conocido como batería, un generador alternador y los diferentes consumidores eléctricos que precisan de esa energía eléctrica.

Con la energía de la batería se arranca el motor del vehículo mediante el motor de arranque consumidor y además se encarga de mantener la energía eléctrica mientras el vehículo no está siendo utilizado, manteniendo alimentados a los circuitos eléctricos imprescindibles haciendo que se mantengan programados y activos determinados elementos como el cierre centralizado (p. 13).

Figura 11

Suministro de energía



Nota. Esta gráfica representa la red de suministro de energía panel sola. Reproducido de Nissan y Toyota crean sistemas que permiten utilizar la energía del coche eléctrico para el consumo doméstico, por Redacción, 2012.

(<https://ecologismos.com/nissan-y-toyota-crean-sistemas-que-permiten-utilizar-la-energia-del-coche-electrico-para-el-consumo-domestico/>).

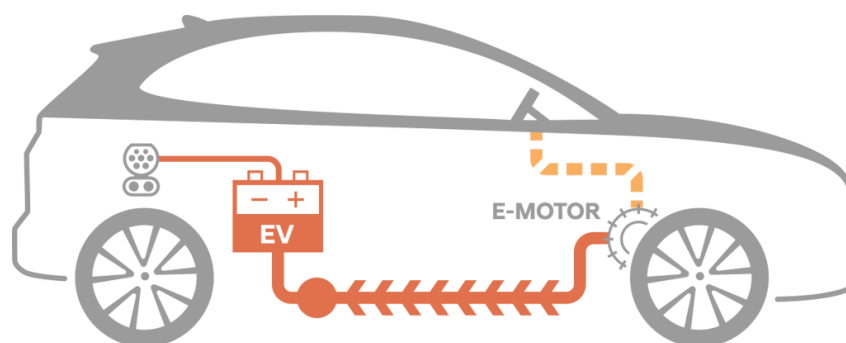
Funcionamiento del Vehículo Eléctrico

El vehículo eléctrico se compone de cuatro sistemas primordiales para su funcionamiento:

- Motor eléctrico
- Suministro de energía para el vehículo (panel solar)
- Batería
- Sistema de control

Figura 12

Vehículo Eléctrico



Nota. Esta gráfica representa las partes fundamentales del vehículo eléctrico. Reproducido de 3 razones para decidirse por un auto ecológico, por Fidocar, 2019.

(<https://www.hyundai.com.uy/zona-eco>).

Batería

Es la encargada de almacenar la energía en forma química para entregar a los sistemas del vehículo en un momento determinado en forma de energía eléctrica, las baterías solares son acumuladores eléctricos para almacenar la energía eléctrica generada por un panel solar en una instalación de energía solar en ocasiones, también se las conoce como baterías fotovoltaicas. De acuerdo con la investigación de Planas (2021):

Las baterías son dispositivos electroquímicos que utilizan energía química para almacenar o liberar electricidad. En las baterías convencionales, los reactivos se introducen durante la fabricación de la batería. Cuando las baterías se agotan, el voltaje debe debilitarse y la batería debe reemplazarse.

Las baterías solares se utilizan para poder almacenar la energía eléctrica generada por los paneles solares en las horas de mayor radiación solar. De este modo, más tarde se puede utilizar durante la noche o en días nublados. El uso de baterías también permite proveer una intensidad de corriente superior que la que puede ofrecer un panel solar en funcionamiento (p. 16).

Figura 13

Batería XMB G12-100



Nota. Esta gráfica representa la batería de gel. Reproducido de XMART BATERÍA xmb-12-100X VRLA-AGM 12V 100AH, por Mayoristas, 2017.

(<https://zcmayoristas.com/zcwebstore/producto/xmart-xmb-12-100x-bateria-vrla-agm-12v-100-amp-10h/>).

Metodología y Desarrollo del Proyecto

Diseño Metodológico

Considerando los objetivos propuestos para la elaboración de la investigación la cual tiene carácter descriptivo bibliográfico-documental desglosando en las siguientes partes:

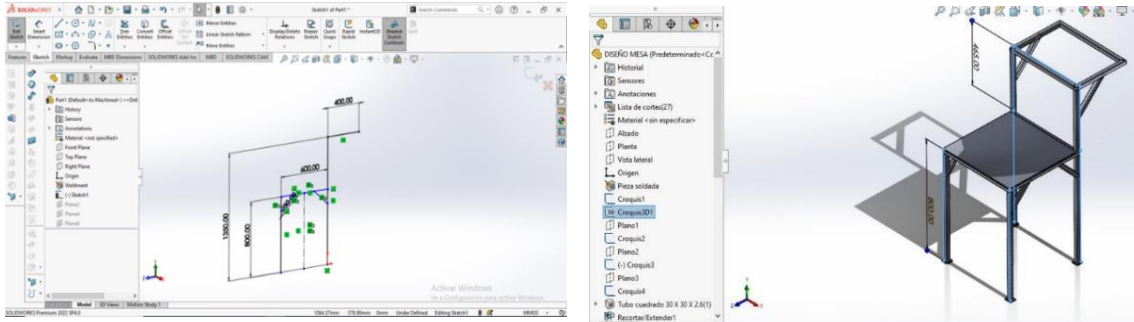
Descriptivo

El presente trabajo de investigación tiene el carácter descriptivo donde se pretende explicar las definiciones, características, beneficios y ventajas sobre el diseño y la construcción de un módulo didáctico para el funcionamiento de un motor de un vehículo eléctrico con panel solar para ello se cuenta con las aportaciones de las empresas encargadas de la elaboración de automóviles eléctricos ya que a continuación se mostrará su respectivo diseño y funcionamiento

Diseño de la Estructura

La estructura base atiende principalmente a dos factores: en primer lugar, brindar estabilidad al seguidor debido a que las cargas que se soportan sobre la estructura constantemente se posicionaron en un ángulo de 90 grados, a esto también se suma la fuerza que puede ejercer el viento sobre la superficie del panel y contar con una buena superficie de contacto a fin de evitar que el seguidor sea derribado.

Se diseñó, una mesa didáctica en el programa SOLIDWORKS, lo que permitió visualizar todas las medidas aplicadas en el diseño para realizar el respectivo corte de las piezas necesarias, como se puede observar en la figura 14.

Figura 14*Plano de módulo didáctico*

Nota. Esta gráfica representa la estructura de módulo didáctico.

A continuación, se llevó a cabo el corte del tubo cuadrado de 1 pulgada utilizando una tronzadora, obteniendo las diversas piezas necesarias, las piezas fueron soldadas utilizando el proceso MIG para ensamblar la mesa didáctica en la que se desarrollará el proyecto, como se observa en la figura 15.

Figura 15*Corte y suelda del tubo*

Nota. Esta gráfica representa el corte de tubo de diferentes medidas.

Posteriormente, se aplicó el proceso de soldadura para unir todas las partes que conforma la estructura, el mismo que soportará carga de compresión, el cual debe ser muy resistente, adicional se embelleció la estructura, aplicando pintura anticorrosiva, evitando que se corroa con el transcurso del tiempo ya que va a estar expuesta a la intemperie, como se puede observar en la figura 16.

Figura 16

Estructura soldada



Nota. Esta gráfica representa la estructura de módulo didáctico.

Ensamblaje de las Bases de Soporte

Para el ensamblaje de las bases, se utilizó una tabla trípex de 120 mm de diámetro y 2,5 mm de espesor, se inició con el corte de la tabla con las medidas de 60cm x 60cm y de 60cm x 40cm del módulo didáctico cuyo resultado avala el proceso constructivo estipulado por el plano general. Para la fijación del soporte de la base se utilizó principalmente pernos M12.

La base atiende principalmente a dos factores: En primer lugar, brindar estabilidad a los componentes eléctricos, seguido del peso que soportara la base que se posiciono en los diferentes ángulos de 90° y 180° grados, a esto también se suma la fuerza y el peso que puede ejercer al

momento del funcionamiento del módulo didáctico y el panel puede contar con una buena superficie de contacto a fin de evitar que el seguidor sea derribado.

Se procedió, al corte de la base en donde van a ir los elementos eléctricos ya que la base tiene un espesor de 1mm para que pueda soportar el peso de los materiales que van a ir instalados sobre la base, como se puede observar en la figura 17.

Figura 17

Corte de tabla de soporte



Nota. Esta gráfica representa del corte de las bases de diferentes medidas.

Se realizó, un proceso de perforación utilizando un taladro en la estructura metálica, tomando en cuenta los puntos de la base cortada, para un mejor ajuste de la base, se utilizaron pernos M12 y rodajas, que permiten la conexión de la base cortada hacia la estructura, como se puede observar en la figura 18.

Figura 18*Instalación de soporte*

Nota. Esta gráfica representa la instalación las bases de diferentes medidas.

A continuación, se aplicó un proceso de recubrimiento liquido llamado laca, se aplicó en toda la base para mejorar durabilidad y un mejor contraste, evitando el deterioró y el ingreso de plagas al base, como se puede observar en la figura 19.

Figura 19*Impermeabilización de soporte*

Nota. Esta gráfica representa la aplicación de una capa protectora a la base de madera.

Selección de Materiales Eléctricos

Se eligió, un motor eléctrico de 500W de corriente alterna para el proyecto, se basó con las especificaciones necesarias para su correcto uso y funcionamiento, para poder realizar la práctica didáctica, como se puede observar en la figura 20.

Figura 20

Motor de 500 w



Nota. Esta gráfica representa el motor eléctrico de 500 w.

Se utilizó, un panel solar de 50W genera 12 voltios y tiene la capacidad de soportar una temperatura de 25 °C en temperatura ambiente, lo que permite que el voltaje sea necesario para su correcto funcionamiento, como se puede observar en la figura 21.

Figura 21

Panel solar 50W



Nota. Esta gráfica representa el panel solar Siming de photovoltaic.

Se colocó, un transformador de panel solar de 24 voltios a 12 voltios para regular el voltaje generado, garantizando un rendimiento óptimo de los elementos eléctricos que van conectados con el mismo, como se puede observar en la figura 22.

Figura 22

Transformador de panel solar



Nota. Esta gráfica representa el controlador Car Power Supplytransformer.

Se seleccionó, una batería de gel VISION de 12V para el proyecto propuesto, debido a su capacidad de ser recargable con el panel solar, lo que se pone a cargo de la mayor autonomía y durabilidad, como se puede observar en la figura 23.

Figura 23

Batería de gel



Nota. Esta gráfica representa la batería VISION 6FM45-X.

Se aplicó, cables flexibles número 12 en la instalación eléctrica para una mayor manipulación el circuito eléctrico, facilitando la conexión y desconexión de los equipos eléctricos de manera segura y eficiente, como se puede observar en la figura 24.

Figura 24

Cables calibre 14



Nota. Esta gráfica representa el cable eléctrico.

Se colocó, un batería de litio de 36 voltios, con ese voltaje se obtiene el correcto funcionamiento del motor eléctrico, y así evitamos daños o un corto circuito de todos los implementos que se incluyen en el kit eléctrico, ya que la batería incluye un cargador de 48V, como se puede observar en la figura 25.

Figura 25

Transformador de voltaje



Nota. Esta gráfica representa el transformador de 110V a 12V.

Se instaló, un inversor de corriente de 12 voltios que transforma la tensión del panel solar a 110 voltios, y este voltaje va al panel de control, donde se encuentran los componentes necesarios para el funcionamiento del motor eléctrico, como se puede observar en la figura 26.

Figura 26

Convertidor de corriente



Nota. Esta gráfica representa el Powerinvertir 1000w.

Se implementó, un dispositivo de control de carga solar que permite controlar la capacidad de ingreso de energía solar y visualizar la carga y el uso de la batería de gel emitiendo información sobre la autonomía de ambos aspectos, como se puede observar en la figura 27.

Figura 27

Controlador de carga



Nota. Esta gráfica representa el PWM solar charge controller.

Se llevó a cabo el ensamblaje de un manómetro digital con acelerador tipo gatillo, considerando que su función va a ser en controlar el funcionamiento del motor, ya que su

objetivo es acelerar y desacelerar el motor eléctrico que se implementó, como se puede observar en la figura 28.

Figura 28

Acelerador tipo gatillo con manómetro incorporado



Nota. Esta gráfica representa un manómetro digital con acelerador tipo gatillo.

Se implemento, un módulo de control del kit eléctrico, tiene la función como su nombre lo indica de controlar todos los elementos van conectados al mismo, este elemento eléctrico envía información a cada uno de los elementos, para un funcionamiento correcto y preciso, como se puede observar en la figura 29.

Figura 29

Módulo de control



Nota. Esta grafica representa un módulo de control del kit eléctrico.

Para el ensamblaje de todos los elementos eléctricos, se utilizó un motor de 12 voltios. Se conectaron los elementos con un cable flexible numero 12 para corriente continua, además se

incluyeron un panel solar de 50 W, un inversor de 1000 W de CC a AC, borneras, regulador de voltaje, batería fotovoltaica y regulador de carga, se procedió a la instalación del circuito eléctrico, con un diagrama de conexión de los diferentes componentes eléctricos, como se puede observar en la figura 30.

Figura 30

Instalación de componentes eléctricos



Nota. Esta gráfica representa la ubicación de los componentes eléctricos en la base.

Propuesta

Desarrollo de la Propuesta y Resultados

La construcción de un módulo didáctico de un sistema solar fotovoltaico se basará en los planos obtenidos del diseño conceptual desarrollado, partiendo por el armado de la estructura base hasta culminar con su implementación, dentro de este proceso se han puesto en práctica operaciones de corte y soldadura que se describirán en cada una de las etapas constructivas, este tipo de módulo didáctico son utilizados para el entrenamiento de alumnos en el área de energías renovables, permitiendo realizar prácticas variando las condiciones del sistema fotovoltaico.

Mediciones de Voltajes

Para medir el voltaje de la batería en reposo, sin que se realice ninguna conexión de los elementos eléctricos, se puede utilizar un multímetro, para medir la corriente continua (CC) y se conecta a los bornes de la batería, respetando la polaridad correcta (positivo y negativo), se realizó la medición de voltaje de la batería, obteniendo un valor de 12.26 V, como se puede observar en la figura 31.

Figura 31

Batería en reposo



Nota. Esta gráfica representa la medición de voltaje de la batería solar en reposo.

Se realizó, la medición de la batería en funcionamiento, obteniendo un voltaje de 12.11 V. Este valor se pudo obtener activando todos los elementos eléctricos, tomando en cuenta al panel solar en funcionamiento, como se puede observar en la figura 32.

Figura 32

Batería en funcionamiento



Nota. Esta gráfica representa la medición de voltaje de la batería.

Se ejecuto, la medición del inversor de corriente, ya que es un componente esencial en el sistema de energía solar, que ya convierten la corriente continua generada por el panel solar, obteniendo un voltaje de 12.33 V en funcionamiento, como se puede observar en la figura 33.

Figura 33

Medición del inversor de corriente



Nota. Esta gráfica representa la medición de voltaje del inversor de corriente.

Se midió, el voltaje del inversor de corriente ya que es un componente clave en el sistema de energía solar, que ya convierten la corriente continua generada por los paneles solares en funcionamiento, y se obtuvo un resultado de 12.24 V, como se pueden observar en la figura 34.

Figura 34

Inversor de corriente en funcionamiento

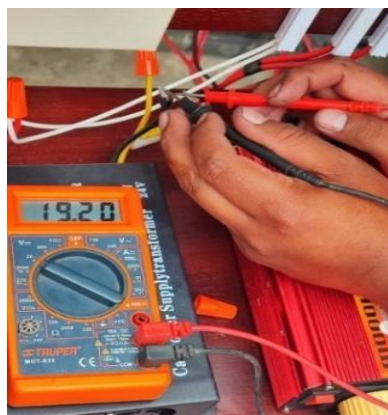


Nota. En esta gráfica representa la medición de voltaje del inversor de corriente.

A continuación, se efectuó la medición del panel solar con una salida de voltaje de 19.20 V, lo que indica una buena captación de luz solar, el panel fotovoltaico captura la luz del sol, provocando que los electrones en las células de silicio liberen energía que se convierte en electricidad en forma de continua corriente, como se puede observar en la figura 35.

Figura 35

Panel solar captación de luz

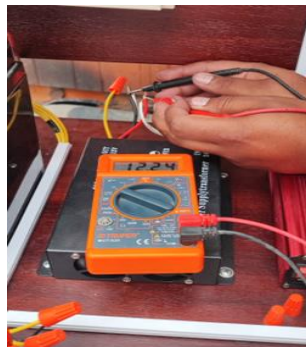


Nota. En esta gráfica representa la medición de voltaje del panel solar captación de luz.

Se realizó, la medición del panel solar con una salida de voltaje de 12.24 V, el panel solar pueden generar una electricidad tanto con luz solar directa como con luz difusa, aunque su eficiencia puede variar en la intensidad y la calidad de la luz solar, como se puede observar en la figura 36.

Figura 36

Panel solar salida de voltaje



Nota. En esta gráfica representa la medición de voltaje de la salida de voltaje.

Se procedió, a la medición del panel solar sin la presencia directa de los rayos solares, obteniendo un valor de 3.90 V, se llevó a cabo la medición en la ausencia de luz solar, observándose cambios en el funcionamiento del panel, como se puede observar en la figura 37.

Figura 37

Panel solar sin rayos de sol de ingreso



Nota. Esta gráfica representa la medición de voltaje del ingreso al panel solar.

Se ejecutó, una medición del panel solar para determinar su respuesta a la radiación solar, se midió una salida de voltaje del panel de 0,36 V en presencia de luz solar, además se observó que el sistema del panel se apaga en ausencia de luz solar y que la batería es capaz de mantener el voltaje del panel, como se puede observar en la figura 38.

Figura 38

Panel solar sin rayos solares salida

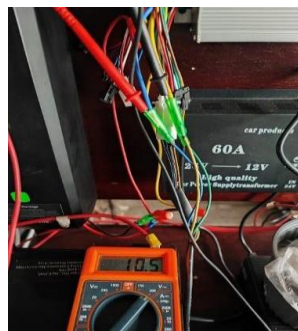


Nota. Esta gráfica representa la medición de voltaje de salida sin rayos solares.

Se realizó, una medición del voltaje con el motor encendido y con giro horario, y a continuación se procedió medir el voltaje con una velocidad baja obteniendo un valor de 10.5V de corriente alterna CA, esta medición se tomó después de 30 minutos de funcionamiento para determinar la variación de voltaje, como se puede observar en la figura 39.

Figura 39

Motor con giro horario con baja velocidad

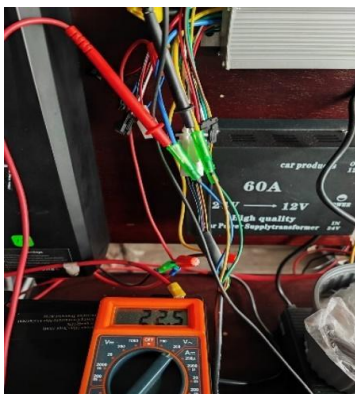


Nota. Esta gráfica representa la medición del voltaje en movimiento horario.

A continuación, se realizó una medición del motor con una velocidad media con un giro horario, para evaluar si se tenía una variación de voltaje y se observó el valor obtenido de 22.5V en corriente continua CA, como se puede observar en la figura 40.

Figura 40

Motor con giro horario a media velocidad



Nota. Esta gráfica representa la medición del voltaje en media velocidad.

Se procedió, a la medición del motor eléctrico con su velocidad máxima, para poder así determinar su correcto funcionamiento y el voltaje que ingresa al motor, se obtuvo un valor de 35.9 V de corriente alterna CA, como se puede observar en la figura 41.

Figura 41

Motor con velocidad máxima

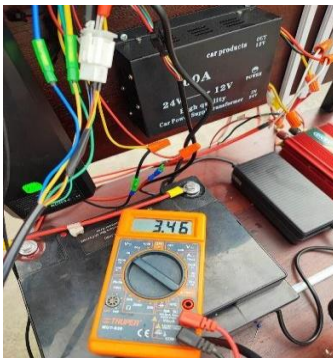


Nota. Esta grafica representa la medición del motor en su velocidad máxima.

Posterior mente, se realizó la medición de entrada de voltaje al módulo de control, para así tener en cuenta con qué tipo de voltaje trabaja, y no dañar el elemento, se obtuvo un voltaje de 3.46V. cómo se puede observar en la figura 42.

Figura 42

Módulo de control



Nota. Esta grafica representa el voltaje obtenido del módulo de control.

Se puede observar el armado de la mesa didáctica, en el que todos los elementos eléctricos están instalados y funcionando correctamente, sin presentar detalles de falla o error, la visualización del armado permite verificar que el ensamblaje se realizó de manera adecuada y que los componentes están en su lugar, lo que garantiza el correcto funcionamiento de la mesa, como se puede observar en la figura 43.

Figura 43

Prueba de funcionamiento del motor



Nota. Esta gráfica representa el módulo en arranque en sentido horario y antihorario.

Conclusiones

El desarrollo de un módulo didáctico para comprender el funcionamiento de un motor de vehículo eléctrico con energía solar impulsa la educación en tecnologías sostenibles. Este enfoque no solo proporciona conocimientos técnicos, sino que también fomenta la conciencia sobre la importancia de la energía renovable en la movilidad, contribuyendo así a la formación de profesionales conscientes de la necesidad de soluciones ecológicas.

La creación de este módulo didáctico requiere la combinación de conocimientos eléctricos, energías renovables y diseño de sistemas fotovoltaicos, ya que debemos tomar en cuenta primero el uso de los elementos eléctricos en los que se va a trabajar. Este enfoque interdisciplinario no solo mejora la comprensión de los estudiantes sobre las tecnologías emergentes, sino que también refleja la naturaleza integrada de los sistemas modernos.

El módulo didáctico de este tipo puede ser un catalizador para la innovación y la investigación en el campo de la movilidad sostenible. Al proporcionar a los estudiantes una plataforma para experimentar con tecnologías emergentes, se fomenta la creatividad y el pensamiento crítico.

El conocimiento adquirido a través de este tipo de proyectos puede servir como base para futuras mejoras y desarrollos en el ámbito de los vehículos eléctricos y la integración de fuentes de energía renovable.

El diseño de un módulo didáctico de este tipo puede servir como punto de partida para la investigación y desarrollo continuo en el campo de la movilidad eléctrica y la energía solar aplicada a vehículos. Estimula la curiosidad y la creatividad de los estudiantes, fomentando un entorno propicio para la innovación tecnológica y la mejora continua de estos sistemas.

Recomendaciones

Recomienda diseñar el módulo didáctico de manera que fomente la participación activa de los estudiantes a través de experimentos prácticos. Integra actividades prácticas que permitan a los estudiantes ensamblar, probar y comprender el funcionamiento del motor de un vehículo eléctrico con la ayuda del panel solar. La experiencia práctica fortalecerá la comprensión teórica y proporcionará habilidades técnicas valiosas.

Asegúrate de que el diseño del módulo refleje las últimas tecnologías y tendencias en vehículos eléctricos y energía solar. Esto garantizará que los estudiantes estén expuestos a sistemas y componentes modernos, lo que será fundamental para prepararlos para las demandas del mundo real y las innovaciones en constante evolución en este campo.

Considera la posibilidad de adaptar el módulo didáctico para diferentes niveles educativos. Proporciona recursos y actividades que puedan ser escalados para satisfacer las necesidades de estudiantes de diversos niveles, desde educación secundaria hasta educación superior.

Dada la naturaleza del tema, incorpora un enfoque sostenible en el diseño del módulo. Asegúrate de que los materiales utilizados sean respetuosos con el medio ambiente y explora la posibilidad de incluir información sobre el ciclo de vida de los componentes y la eficiencia energética. Esto refuerza el mensaje de la importancia de la sostenibilidad en el contexto de la movilidad eléctrica.

Desarrolla material educativo adicional, como manuales, guías de laboratorio y recursos multimedia, para respaldar la enseñanza con el módulo. Estos materiales deben ser claros, accesibles y proporcionar información contextual adicional para mejorar la comprensión de los estudiantes.

Referencias

- Acimar. (s/n de s/n de 2014). *ACI MASER*. Obtenido de <https://acimaser.com/tableros-industriales/>
- Aguilera, J. (s/n de s/n de 2023). *Librerías Salesianas*. Obtenido de https://www.libreriasalesiana.com/libro/aplicacion-de-la-energia-solar-fotovoltaica_4395
- Arkus von Scheven, D. (s/n de s/n de 2023). *Oswos*. Obtenido de <https://oswos.com/es/motor-dc/>
- Autosolar. (s/n de s/n de 2021). *ENERGÍA SOLAR*. Obtenido de <https://autosolar.co/aspectos-tecnicos/que-es-un-inversor>
- Autosolar Energía y Servicios S.L.U. . (s/n de s/n de 2017). *AutoSolar*. Obtenido de <https://autosolar.es/energia-solar/que-es-un-panel-solar>
- Caballero, A. (26 de 09 de 2023). *Climate Consulting Selectra*. Obtenido de <https://climate.selectra.com/es/que-es/energia-solar>
- Celsia. (05 de 05 de 2018). *CELSIA*. Obtenido de <https://www.celsia.com/es/blog-celsia/paneles-solares-como-funcionan-y-que-son/>
- Consejos. (04 de 10 de 2023). *Leroy Merlin*. Obtenido de <https://www.leroymerlin.es/ideas-y-consejos/consejos/que-es-energia-solar-fotovoltaica-y-como-funciona.html>
- Dreamstime Expansión. (22 de 06 de 2019). *Expansión*. Obtenido de <https://www.expansion.com/empresas/energia/2019/06/22/5d0dfcd3e5fdeabf7a8b466c.html>
- ECO INNOVAR. (18 de 9 de 2022). *Eco Innovar*. Obtenido de <https://ecoinnovar.es/blog/usos-comunes-de-la-energia-solar/>
- Electromovilidad. (26 de 08 de 2023). *ELECTROMOVILIDAD*. Obtenido de <https://electromovilidad.net/el-vehiculo-electrico/>

- Fidocar. (S/N de S/N de 2019). *Hyundai*. Obtenido de <https://www.hyundai.com.uy/zona-eco>
- ingenierovizcaino. (s/n de s/n de 2019). *Suministro eléctrico Bateria y Alternado*. Obtenido de <https://ingenierovizcaino.com/ecci/eea/corte2/suministro%20electrico%20Bateria%20y%20Alternador.pdf>
- Maldonado López , P., & Maldonado Nogales , M. (2021). *Análisis de uso de energía solar para vehículo eléctrico liviano*. Ciudad de México: Multidisciplinar.
- Mayoristas. (s/n de s/n de 2017). *ZC*. Obtenido de <https://zcmayoristas.com/zcwebstore/producto/xmart-xmb-12-100x-bateria-vrla-agm-12v-100-amp-10h/>
- Mendoza, I. (15 de 02 de 2022). *motorpasion*. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/futuro-movimiento/coches-electricos-paneles-solares-para-alargar-su-autonomia-estan-cada-vez-cerca-gracias-a-tmd-grafeno>
- MISHOZUKIMOTOS. (S/N de S/N de 2020). *MISHOZUKI*. Obtenido de <https://mishozukimotos.com/tienda/motor-de-bicicleta-electrica/>
- OSWOS. (s/n de s/n de 2023). *Oswos Motor*. Obtenido de <https://oswos.com/es/motor-dc/>
- Planas, O. (10 de septiembre de 2021). *Energía Solar*. Obtenido de <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/baterias-solares>
- Por Redacción. (16 de 05 de 2023). *RÍO NEGRO*. Obtenido de <https://www.rionegro.com.ar/propiedades/paneles-solares-20-respuestas-a-todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-su-uso-e-instalacion-2318039/>
- Portal educativo Partes. (s/n de 06 de 2019). *Partesdel.com*. Obtenido de https://www.partesdel.com/partes_del_panel_solar.html

QUITOLED. (s/n de s/n de 2022). *quitoled*. Obtenido de

<https://www.quitoled.com/producto/controlador-regulador-carga-solar-pwm-10a-20a-12-24v-usb-lcd/>

Redacción. (06 de 06 de 2012). *ecologismos*. Obtenido de <https://ecologismos.com/nissan-y-toyota-crean-sistemas-que-permiten-utilizar-la-energia-del-coche-electrico-para-el-consumo-domestico/>

Rodriguez Gonzaga. (s/n de s/n de 2023). *electricoindustrial*. Obtenido de

<https://electricoindustrial.com.ec/producto/inversores-de-marcha-para-motores/>

Ruta 401. (s/n de s/n de 2020). *loctite teroson* . Obtenido de <https://blog.reparacion-vehiculos.es/inversion-de-giro-motor-monofasico>

Segui, P. (s/n de s/n de 2022). *OVACEN*. Obtenido de <https://ovacen.com/energias-renovables/solar/fotovoltaica/>

Solar Plus Energy. (s/n de s/n de 2022). *Solarplus*. Obtenido de

<https://www.solarplusonline.com/collections/belttt/products/inversor-onda-pura-600w-24v-1>

sotysolar. (19 de 12 de 2022). *SOTYSOLAR*. Obtenido de <https://sotysolar.es/blog/que-son-los-inversores->

[fotovoltaicos#:~:text=Un%20inversor%20de%20placas%20solares,o%20verter%20a%20la%20red.](https://sotysolar.es/blog/que-son-los-inversores-fotovoltaicos#:~:text=Un%20inversor%20de%20placas%20solares,o%20verter%20a%20la%20red.)

VISIÓNLED. (s/n de s/n de 2018). Obtenido de

<https://www.visionledquito.com/product/reductor-de-voltaje-de-24v-a-12v-de-60a/>

Anexos

Anexo 1

Panel solar



Nota. Esta gráfica representa la ficha técnica del panel solar.

Anexo 2

Batería de gel



Nota. Esta gráfica representa la ficha técnica de la batería VISION 6FM45-X.

Anexo 3

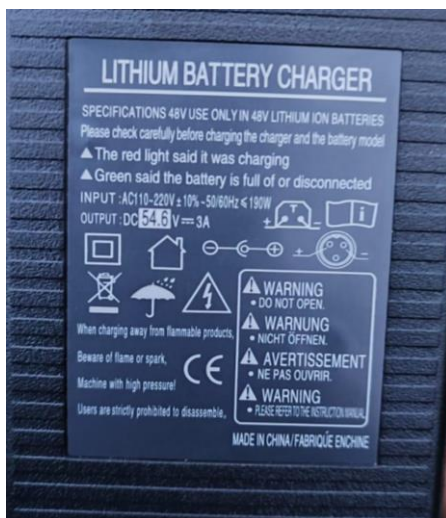
Módulo de control



Nota. Esta gráfica representa la ficha técnica del módulo de control de motor.

Anexo 4

Cargador de batería de litio



Nota. Esta gráfica representa la ficha técnica del cargador de la batería de litio.

Anexo 5*Lista de materiales*

Ítem	Materiales	Lugar de Adquisición
1	Tubos 1 ½ pulgada	Dipac
2	Motor eléctrico 36V 500WATTS	Bicibang
3	Panel solar 300 vatios	Planeta led
4	Módulo de controla de motor	Bicibang
5	Controlador de carga solar de 12v	Planeta led
6	Batería gel 12A a 45AH	Marketplace
7	Cables flexibles calibre 14	Cecoin
8	Batería de litio	Bicibang
9	Inversor de 100 w	Planeta led
10	Regulador de panel solar	Planeta led
11	Electrodos AGA	AGA
12	Bate piedra	Pintulac
13	Lijas N.- 400	Pintulac

Nota. Esta tabla representa el detalle de los lugares adquisición de los materiales.

Anexo 6

Nomenclatura y equivalencia

Abreviaturas y Nomenclatura		
Descripción	Nomenclatura	Símbolos
Potencia unitaria	Vatios	W
Potencia instantánea por unidad de tiempo	Vatios horas	W/h
Corriente entregada por unidad de tiempo	Amperio horas	Ah
Irradiación solar	Hora solar pico	HPS
Potencia por unidad de tiempo y superficie	Vatios horas/metro	W/M ²
Rendimiento de la batería	Porcentaje de rendimiento	η Bat.
Rendimiento del inversor	Porcentaje de rendimiento	η Inv.
Consumo medio de energía diario	Vatios horas/día	L
Consumo medio de energía diario en carga continua	Vatios horas/día	L.C.C
Consumo medio de energía diario en carga alterna	Vatios horas/día	L.A.C
Consumo de corriente medio en el día	Amperio hora/día	C. Bat.
Profundidad de descarga de la batería	A dimensional	Pd máx.

Nota. Esta tabla representa las abreviaturas y nomenclaturas para los cálculos de elementos fotovoltaicos.