



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la obtención
del título de Ingeniería en Mecánica Automotriz**

AUTORES:

Johanna Elizabeth Cuichan Tupiza
Jairo Luis Ortiz Malquin

TUTOR:

PhD (c) Denny Guanuche Ing. Msc

Análisis energético y estrategias de optimización de
baterías para almacenamiento fotovoltaico en la
Facultad de Ciencias Técnicas - UIDE

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **JOHANA ELIZABETH CUICHAN TUPIZA, JAIRO LUIS ORTIZ MALQUIN**, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.



JOHANA ELIZABETH CUICHAN TUPIZA
1727193110



JAIRO LUIS ORTIZ MALQUIN
1726410549

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, **PhD (c) DENNY GUANUCHE Ing. Msc**, certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



PhD (c) DENNY GUANUCHE Ing. Msc
No número de cedula

DEDICATORIA

Yo Johanna Elizabeth Cuichán Tupiza quiero dedicar el presente proyecto de titulación principalmente a mi Dios, por darme la oportunidad de poder estar donde estoy por la vida, por la salud, y por tan bonita familia que me ha brindado, por haber nacido en el yugo de mis padres.

A mis héroes Mercedes Tupiza y Héctor Cuichán por inculcar a ser lo que soy con su humildad, valores y apoyo enseñarme hacer una mujer trabajadora y de bien, por sembrar en mí una semilla de amor, responsabilidad, y sobre todo el deseo de triunfar y superarme, los valores morales y espirituales para con ellos servir a Dios y a los más necesitados.

A mis hermanos Kevin Cuichán, Jarvin Cuichán y Boris Cuichán, que confiaron en mí y siempre han estado junto a mi brindando de su apoyo, que con sus consejos han sabido guiarme para culminar mi carrera profesional, contribuyendo incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos propuestos,

Johanna Cuichan Tupiza

DEDICATORIA

A Dios por darme salud que es lo primordial para el cumplimiento de mis metas y por bendecirme en mi diario vivir.

A mis padres Jorge Ortiz Y Gloria Malquin los cuales son el pilar fundamental de mi vida y quienes con su esfuerzo me han apoyado en el trayecto de mi vida estudiantil.

A mi hermana Lesly Ortiz y mi sobrino Mateo por su apoyo incondicional, y por ser mi motivación día a día.

Jairo Ortiz Malquin

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios por bendecirme con el regalo más bonito la vida y la salud por permitirme llegar hasta donde he llegado con mucho esfuerzo y dedicación.

A mi madre Mercedes Tupiza y a mi padre Héctor Cuichan por su apoyo incondicional, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mis hermanos, Jarvin, Kevin y Boris, a quienes amo con todo mi corazón, gracias por creer en mí, por apoyarme e impulsarme a llegar a la meta que un día me propuse y gracias a Dios y toda mi familia hoy la estoy culminando.

Debo agradecer de manera especial y sincera a nuestro tutor Denny Guanuche Ing. Msc que con su capacidad para guiar mis ideas ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta investigación, sino también en mi formación como Ingeniera Automotriz. Las ideas propias, siempre enmarcadas en su orientación y rigurosidad, han sido la clave del buen trabajo que hemos realizado juntos con mi compañero Jairo Ortiz.

A mis compañeros y amigos Jairo Ortiz y Jhonny Condor a quienes también agradezco por su bonita amistad que me han brindado a lo largo de la trayectoria académica, gracias por los momentos compartidos, por brindarme su apoyo incondicional y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Sus palabras de aliento y su compañía han sido invaluable, por las conversaciones enriquecedoras y por las innumerables formas en las que han contribuido a mi desarrollo personal y académico. Su amistad y apoyo han sido una bendición y los llevaré siempre en mi corazón.

Johanna Cuichan Tupiza

AGRADECIMIENTO

A mis padres Jorge Ortiz y Gloria Malquin, por su esfuerzo y dedicación, me apoyaron en el transcurso de mi carrera profesional y me supieron guiar siempre en toda etapa de mi vida, ya que siempre confiaron en mí.

A mi hermana Lesly Ortiz que es mi motivación y siempre ha estado pendiente de mí.

A Sofía Tapia quien es una persona especial para mí y que gracias a su apoyo incondicional antes y durante el transcurso de toda mi carrera estudiantil ha logrado alentarme para sobresalir y mejorar en cada cosa que me planteo hacer.

A mis amigos y compañeros de carrera con los cuales he compartido momentos gratos y han sabido compartir su conocimiento y experiencia.

A los docentes que estuvieron presentes cada nivel de la carrera ya que gracias a sus enseñanzas, consejos, experiencias y anécdotas supieron aportar mayor conocimiento y fueron una buena guía para formarme como persona y académicamente.

A la Universidad Internacional del Ecuador por permitirme estudiar la carrera de Ingeniería Automotriz lo cual me ayudara a desenvolverme de una mejor manera en el campo laboral.

Jairo Ortiz Malquin

I. ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	ÍNDICE DE CONTENIDO	9
II.	RESUMEN	12
III.	ABSTRACT	13
IV.	INTRODUCCIÓN	14
V.	MARCO TEÓRICO	16
5.1	Energías limpias.....	16
5.2	Energía fotovoltaica	16
5.3	Componentes de una instalación solar fotovoltaica.....	17
5.4	Energía solar: obtención y almacenamiento	18
5.5	Batería de ciclo profundo para el sistema de almacenamiento de energía fotovoltaica	19
5.6	Batería de Ion- litio como opción para almacenamiento fotovoltaico	20
VI.	MATERIALES	22
6.1	Multímetro	22
6.2	Baterías de ciclo profundo	22
6.3	Baterías de ion litio	23
VII.	MÉTODOS	23
7.1	Fase 1	24

7.1.1	Elementos del sistema de energía fotovoltaica.	25
7.1.2	Elementos cajetín eléctrico	26
7.2	Fase 2	31
7.3	Fase 3	31
7.4	Fase 4	32
7.4.1	Posición de Paneles Solares	32
7.4.2	Implementación de una capa de grafeno en paneles solares	33
VIII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
8.1	Capacidad de baterías ciclo profundo de electrolito tipo AGM	34
8.1.1	Cálculo de energía consumida por hora.....	34
8.2	Capacidad de baterías Ion-litio	34
8.2.1	Cálculo de energía consumida por hora.....	34
8.3	Estimación del consumo que debe cubrir la instalación fotovoltaica	42
8.4	Diagrama de conexión de baterías de ciclo profundo (baterías actuales en el sistema de almacenamiento fotovoltaico).....	43
8.5	Diagrama de conexión de celdas de la batería de Ion-litio (baterías de alternativa para el sistema de almacenamiento fotovoltaico)	44
IX.	CONCLUSIONES	45
X.	REFERENCIAS.....	46
XI.	ANEXOS.....	50

ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ESTRATEGIAS DE OPTIMIZACIÓN DE BATERÍAS PARA ALMACENAMIENTO FOTOVOLTAICO EN LA FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS - UIDE

*PhD (c) Denny Guanuche Ing. Msc, Johanna Elizabeth Cuichan Tupiza³, Jairo Luis Ortiz Malquin⁴
Magister Sistemas Automotrices, EPN, deguanuchela@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

³ *Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, jocuichantu@uide.edu.ec, Quito - Ecuador*

⁴ *Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, jaortizma@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

II. RESUMEN

Introducción: La crisis energética en el Ecuador producida por cambios climáticos debido a la sequía, a raíz de la crisis se plantea eficientes métodos en energías alternativas para solventar esta problemática, que afecta a todo el País. Por ello el objetivo de la presente investigación fue analizar la eficiencia de las baterías de un sistema fotovoltaico, que se encuentran alimentando la sala de grados de la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Internacional del Ecuador, aproximadamente la instalación del sistema fotovoltaico tiene alrededor de 8 años de uso. **Metodología:** Para el diagnóstico del sistema fotovoltaico primero, se realizaron pruebas de voltaje y amperaje, tiempo en carga y descarga en las baterías de ciclo profundo y batería HV de KIA SOUL EV, garantizando mediciones precisas y confiables que permitan dar un correcto diagnóstico del sistema. Para la optimización de las baterías se empleó un diagrama representativo del análisis de datos para interpretar resultados y formular recomendaciones de mejoras debido a posibles deficiencias encontradas en el sistema de almacenamiento de energía como mantenimientos preventivos y correctivos para ampliar la vida útil de las mismas, con lo cual también se permite proponer mejoras que optimicen su funcionamiento y prolonguen la vida útil de las baterías. **Resultados:** El diagnóstico realizado muestra que el sistema fotovoltaico en los paneles solares es de 38.3 V. En comparación con las especificaciones técnicas, el sistema en su totalidad se encuentra operando a una capacidad de

79.58%, realizando las respectivas mediciones se obtuvo que las baterías HV de KIA SOUL EV, se encuentran en un estado de carga de hasta un 86.9 %, siendo así viable para remplazar a las baterías de ciclo profundo. En conclusión, las baterías HV de KIA SOUL EV, es un proyecto totalmente viable ya que al ocupar 8 celdas y realizar una conexión en paralelo, con otras 3 conexiones iguales que aumenten la intensidad, y al conectar estos (3 bloques) en serie conseguiremos el voltaje adecuado, obteniendo una alimentación de 30 V y 225 Ah, es decir son óptimas para el remplazo de baterías de ciclo profundo que actualmente se encuentran, dentro del sistema fotovoltaico.

Palabras clave: Energía fotovoltaica, voltaje de flotación, voltaje de carga, Amperaje, celdas electroquímicas.

III.ABSTRACT

Introduction: The energy crisis in Ecuador produced by climatic changes due to drought, as a consequence of the crisis can be raised efficient methods in alternative energies to solve this problem, which affects the whole country. Therefore, the objective of this research was to analyze the efficiency of the batteries of a photovoltaic system, which are feeding the graduation hall of the Faculty of Technical Sciences of the International University of Ecuador, approximately the installation of the photovoltaic system has 10 years of use. **Methodology:** For the diagnosis of the photovoltaic system, first of all, voltage and amperage tests were performed, charging and discharging time in deep cycle batteries and HV battery of the KIA SOUL EV, ensuring accurate and reliable measurements that allow a correct diagnosis of the system. For the optimization of the batteries, a representative diagram of the data analysis was used to interpret the results and make recommendations for improvements due to possible deficiencies found in

the energy storage system as preventive and corrective maintenance to extend the life of the batteries, which also allows proposing improvements to optimize their operation and extend the life of the batteries. **Results:** The diagnostic performed indicated that the photovoltaic system in the solar panels is of 38.3 V. In comparison with the technical specifications, the system as a whole is operating at a capacity of 79.58%, performing the respective measurements it was obtained that the HV batteries of KIA SOUL EV, are in a state of charge of up to 86.9%, thus being viable to replace the deep cycle batteries. In conclusion, the HV batteries of KIA SOUL EV, is a totally viable project because when occupying 8 cells and making a parallel connection, with 3 other equal connections that increase the intensity, and connecting these (3 blocks) in series we will get the proper voltage, obtaining a power supply of 30 V and 225 Ah, are optimal for the replacement of deep cycle batteries that are currently found within the photovoltaic system.

Keywords: Photovoltaic energy, float voltage, charge voltage, amperage, electrochemical cells.

IV. INTRODUCCIÓN

Un informe de la ONU estima que “el mundo necesita reducir en un 30% su huella para ralentizar la emergencia climática”. Según Isabela del Alcázar, Global Head of Sustainability en IE University menciona que, en base de su análisis sobre soluciones para reducir la huella de carbono, en su alcance determino que la producción de huella de carbono se produce por emisiones indirectas que generan las propias centrales de producción eléctrica relativas a los gastos de consumos o de electricidad. Con lo que aclara que “Solo con marcar la opción de

energía de origen 100% renovable se pueden reducir las emisiones de Alcance 2 a cero” (BBVA, 2023).

El cambio hacia opciones de fuentes de energía más limpias y sostenibles es una necesidad imperativa en la lucha contra el cambio climático y la reducción de la huella de carbono. En este contexto, el presente artículo se enfoca en evaluar y presentar opciones para optimizar el sistema de alimentación fotovoltaico el cual se encuentra instalado en la Facultad de Ciencias Técnicas de la Universidad Internacional del Ecuador (UIDE).

El análisis se centra en dos aspectos fundamentales de los cuales, en primer lugar, se examinó el sistema de alimentación fotovoltaico ya existente, se evaluó el estado energético en el que se encuentra para la generación y almacenamiento de energía solar. En segundo lugar, se llevó a cabo una comparación de varios factores, que caracterizan los distintos tipos de baterías de almacenamiento de energía, con especial atención en las baterías de Ion litio. Esta comparación permitirá identificar alternativas energéticas óptimas que mejoren el desempeño del sistema actual.

La justificación teórica de este proyecto se sustenta en que, la energía solar en el Ecuador se caracteriza por el gran potencial de generación, lo que da lugar a grandes oportunidades para proyectos de energía solar, Los proyectos fotovoltaicos tienen una vida útil de 25 años. En todo el país existe disponibilidad de captación de radiación solar y además al estar ubicados en el centro del mundo los rayos solares llegan perpendiculares sobre los paneles solares con lo cual nos permite ubicar los paneles solares entre 0° y 15° . Además, Ecuador tiene más de 1400 horas pico al año de luz solar aprovechable, lo que le hace una opción viable funcionalmente. (Renovables, 2022).

En el 2023 en el país, según la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador, se comercializaron 12277 automotores electrificados, 10454 fueron híbridos y 1825 eléctricos, 75% por ciento más que en el 2022. (AEADE, 2023) El gran impacto del uso que tiene las baterías de ion-litio representa un problemática en auge, es por ello que surge la necesidad de implementar nuevos proyectos, para el proceso de reciclaje encontrando soluciones tecnológicas innovadoras, es así como este tipo de baterías representan una solución prometedora para la movilidad sostenible, La reutilización de estas baterías en sistemas de almacenamiento de energía fotovoltaica surge como una alternativa viable y ecológica, para la Facultad de Ciencias Técnicas UIDE. En este proyecto se busca no solo identificar oportunidades de mejora en el sistema de alimentación fotovoltaico de la facultad, sino también sentar las bases para una transición hacia un abastecimiento de energía limpia, más eficiente y sostenible para el reciclaje de baterías ion litio. El análisis obtenido no solo beneficiará a la comunidad universitaria, sino que también contribuirán al avance hacia un modelo energético más sustentable.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 Energías limpias

Las energías limpias son aquellas que no producen residuos ni emiten gases nocivos durante su proceso de obtención o durante la fase de producción de la energía.

5.2 Energía fotovoltaica

Al incidir la radiación del sol sobre una de las caras de una célula fotoeléctrica (que conforman los paneles) se produce una diferencia de potencial eléctrico entre ambas caras que hace que los electrones salten de un lugar a otro, generando así corriente eléctrica.

La Figura 1 muestra cómo la electricidad generada por los sistemas de energías renovables puede alimentar sistemas en corriente continua (12V CC, 24V CC, 48V CC) o en corriente alterna (220V CA y 380V CA). Con esta tecnología se logra transformar energía solar en energía eléctrica limpia, constante, silenciosa y renovable, además de reducir el costo mensual de servicio eléctrico. Con la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, se contribuye a disminuir el impacto que generan las energías tradicionales (combustibles fósiles) al medio ambiente. No obstante, en ambas energías se utiliza la radiación solar, la térmica aprovecha el calor del sol mientras que la fotovoltaica convierte la luz en electricidad. (Doyle, 2020).

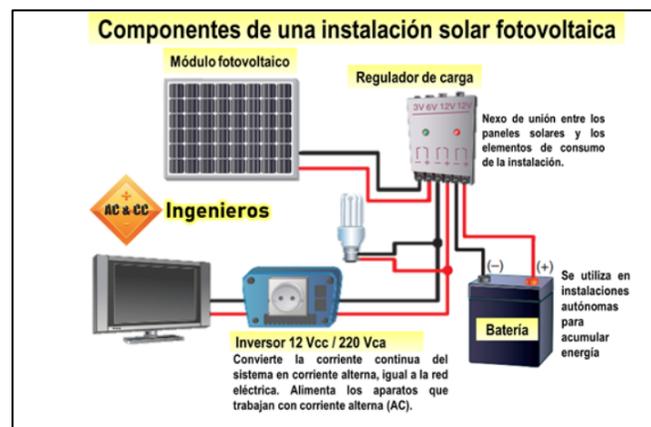


Figura 1: Componentes de una instalación solar fotovoltaica.

Fuente: (Segui, 2018)

5.3 Componentes de una instalación solar fotovoltaica.

Placas solares fotovoltaicas: Serán los encargados de la generación eléctrica. Pueden ser de varios tipos, entre ellos, los más utilizados para este tipo de instalación son los paneles con tecnología monocristalina y policristalina. Las placas solares fotovoltaicas monocristalinas y también los paneles policristalinos, con uniones en serie de sus células, rondan los 12-18 V para uniones de 36 células y los 24-34 V para uniones de 72 células. (Alonso, 2024).

Regulador de carga: Se encarga de controlar la carga de las baterías, así como la descarga y evitar cargas o descargas excesivas. De un modo sencillo, un regulador se puede entender como un interruptor, cerrado y conectado en serie entre paneles y batería para el proceso de carga y abierto cuando la batería está totalmente cargada. Las intensidades máximas de entrada y salida del regulador adecuado para cada aplicación dependerán de la corriente de máxima que pueda producir el sistema de generación fotovoltaico para la entrada y la corriente máxima de las cargas para la salida. (Alonso, 2024).

Inversores solares u Onduladores: Si las cargas que debemos alimentar son a 230 V AC, necesitaremos un equipo que transforme la corriente continua procedente del regulador en corriente alterna para alimentar las cargas.

Esta es la función del inversor. A la hora de dimensionar el inversor solar 12 V a 220 V, se tendrá en cuenta la potencia que demanda la suma de todas las cargas AC en un instante, de este modo se elegirá un inversor cuya potencia sea un 20% superior a la demandada por las cargas, suponiendo su funcionamiento al mismo tiempo. (Alonso, 2024).

5.4 Energía solar: obtención y almacenamiento

En concreto, la energía solar es intermitente, es decir, tiene una relación directa donde el clima soleado y cálido generan altas demandas de radiación. Su almacenamiento representa una dificultad para su uso eficaz, que es fundamental llevar a cabo una transición hacia este tipo de energía amigable con el ambiente.

El almacenamiento de la energía se logra por medio de baterías solares, capaces de contener la energía fotovoltaica, proveniente de la radiación solar que fue captada por medio de los paneles solares compuestos de células solares que ejecutan esa función.

La batería solar está compuesta de celdas electroquímicas, cuya función es transformar la energía química del sol en energía eléctrica para ser almacenada en esta batería.

Cada batería está compuesta por dos electrodos (uno positivo y otro negativo) y electrolitos. (Journalist, 2021).

5.5 Batería de ciclo profundo para el sistema de almacenamiento de energía fotovoltaica

La Figura 2 muestra como las baterías de ciclo profundo son otro tipo de baterías de plomo-ácido que suelen utilizarse en equipos como embarcaciones, carritos de golf y carritos eléctricos. Su principal característica es que pueden soportar múltiples ciclos de carga y descarga, lo que se traduce en una larga vida útil.

En comparación con las baterías de arranque de los vehículos, las baterías de ciclo profundo tienen una mayor profundidad de descarga y, por lo tanto, pueden suministrar energía durante periodos de tiempo más largos. (Baterry, 2023).

Es importante tener en cuenta que las baterías de ciclo profundo se pueden descargar hasta un 80 %. La mayoría de los fabricantes recomiendan no descargarla por debajo del 45 % y de este modo ayudar a prolongar la vida útil de la batería. (Crownbattery, 2019).



Figura 2: Baterías de ciclo Profundo

Fuente: (crownbattery., 2021)

Tabla 1

Especificaciones técnicas de baterías de ciclo profundo

Especificaciones técnicas baterías de ciclo profundo	
Tipo de batería	Baterías estacionarias Electrolito tipo AGM
Voltaje Nominal	12 V
Corriente máxima de carga	30 A
Capacidad Nominal (20 Hr)	100.0 Ah
Dimensiones	328 (L) × 172 (W) × 222 (H)
Peso Aproximado	30.0 kg
Terminal	Terminal F5/F12
Rango de Operación	100Ah@10hr-rate to 1,80V per cell @25°C
Máxima Corriente de Descarga	1000 A (5s)
Voltaje de flotación	13.6 V~13.8 V @ 25°C
Voltaje de carga	14.6 V~14.8 V @ 25°C
Resistencia Interna	Aprox. 5mΩ
Rango de Temperatura de Operación	Descarga -20°C ~ 60°C Carga 0°C ~ 50°C Almacenamiento -20°C ~ 60°C

Fuente: (SHENZHEN RITAR POWER CO., 2019)

5.6 Batería de Ion- litio como opción para almacenamiento fotovoltaico

Comparado con las baterías de ácido plomo la densidad de energía en las baterías de iones de litio puede triplicarse. En la Figura 3 es un ejemplo de este tipo de baterías las mismas que pueden alcanzar un máximo de 3.000 ciclos de operación cuando su descarga se realiza hasta el 80 %, mientras que las de ciclo profundo de plomo ácido presentan 1500 ciclos cuando su descarga se realiza hasta un 80 % y en baterías de Ni -MH un máximo de 500 ciclos. (Quintero, 2021).

Su aplicación puede ser utilizado en vehículos eléctricos, almacenamiento de energía tanto como industriales o domésticos, herramientas eléctricas dispositivos electrónicos como computadoras y celulares, y dispositivos médicos. (PCC, 2023).



Figura 3: Baterías de Ion-Litio

Fuente: (Donado, 2021)

Tabla 2

Especificaciones técnicas de baterías KIA SOUL EV

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE BATERIA HV DE KIA SOUL EV	
Tipo de batería	Polímero de Iones de Litio
Autonomía	212 km
Número de celdas	96
Voltaje	360 V
Capacidad de carga	27 kW/h
Capacidad Nominal	37.5Ah – 40 Ah
Capacidad de corriente	75 A
Potencia	90 kW
Peso	274.5 kg
Número de módulos	4 módulos de 14 celdas 4 módulos de 10 celdas
Voltaje de módulo de 10 celdas	37.5 V por cada uno de los 4 módulos en total: 150 V
Voltaje de módulo de 14 celdas	52.5 V por cada uno de los 4 módulos en total: 210 V
Tiempo de carga	120 V: 24 horas 240 V: 4 h, 50 min 480 V (80 % carga): 33 min

Fuente: (Peralta Feijoo, 2018)

Voltaje de Flotación

Es la tensión a la que se mantiene una batería después de haber sido completamente cargada para mantener esa capacidad mediante la compensación de la autodescarga de la batería.

La tensión podría mantenerse constante para toda la duración de la operación de la célula (tal como en una batería de solar) o podría mantenerse para una fase particular de la carga por el cargador. La tensión de flotación adecuada varía significativamente con la química y la construcción de la batería, y con la temperatura ambiente. (WCCSOLAR, 2022)

VI. MATERIALES

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron baterías de ciclo profundo las cuales se encontraban implementadas en el sistema de almacenamiento fotovoltaico, batería de Ion litio HV, multímetro, comprobador de estado energético de baterías.

Los materiales por utilizar para el desarrollo de este proyecto son:

6.1 Multímetro

Este equipo presenta las respectivas medidas de voltaje, amperaje de las baterías que se realiza en las pruebas de carga y descarga.



Figura 4: Multímetro digital profesional (Truper)

Fuente: (Autores, 2024)

6.2 Baterías de ciclo profundo



Figura 5: Baterías de ciclo profundo

Fuente: (Autores, 2024)

6.3 Baterías de ion litio



Figura 6: Batería HV de KIA SOUL EV

Fuente: (Autores, 2024)

Con los materiales enlistados se obtuvieron datos del estado energético de las baterías mencionadas en la Figura 6, con el propósito de determinar una alternativa adecuada para el uso de las baterías de ion litio como reemplazo a las baterías de ciclo profundo.

VII. MÉTODOS

En la presente investigación el tipo de análisis para obtener el objetivo principal se sustenta mediante 4 métodos de investigación de carácter inductivo, deductivo, experimental y

Bibliográfico:

- El método inductivo es un enfoque que se utiliza en la investigación y el razonamiento científico, que busca inferir conclusiones generales a partir de observaciones específicas. Es decir, este método parte de hechos concretos y particulares para llegar a una conclusión general. (Suárez, 2024).
- El método científico experimental es aquella que obtiene datos a través de la experimentación y los compara con variables constantes, a fin de determinar las causas y/o los efectos de los fenómenos en estudio. (Etecé, 2021).

- El método bibliográfico se caracteriza por la utilización de los datos secundarios como fuente de información. Pretende encontrar soluciones a problemas planteados por una doble vía, relacionando datos ya existentes que proceden de distintas fuentes. proporcionando una visión panorámica y sistemática de una determinada cuestión elaborada en múltiples fuentes dispersas. (Sampieri, 2022).
- El método deductivo es un proceso lógico en el que se parte de una premisa general y se aplica la lógica para llegar a una conclusión específica. Este enfoque se utiliza comúnmente en las matemáticas y en otras disciplinas formales, comienza con teorías generales y luego aplica la lógica para llegar a una conclusión específica. (Suárez, 2024).

Tabla 3

Materiales y métodos.

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
Inductivo	Experimental	Bibliográfico	Deductivo
Analizar el sistema fotovoltaico, conexión eléctrica al aula de grados funcionamiento y reconocimiento del área a estudiar.	Determinar el estado actual del sistema fotovoltaico analizando carga y descarga, voltaje total, voltaje individual de cada celda, evaluar, características físicas y eléctricas de los módulos.	Mediante parámetros señalados de los distintitos tipos de baterías, determinar alternativas y propuestas de mejora para el almacenamiento de energía fotovoltaica	Mencionar alternativas de repotenciación en el sistema fotovoltaico, con la implementación de una capa de grafeno en los paneles solares para, aumentar su eficiencia y mejorar al sistema actual.

Fuente: (Autores, 2024)

7.1 Fase 1

En la primera Fase, mediante el método Inductivo, En la Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ciencias Técnicas, Ingeniería Automotriz. Se observa el esquema de un sistema de almacenamiento de energía fotovoltaica con el fin de conocer sus componentes y tipo de baterías que se utiliza, así también la conexión eléctrica que tiene a la sala de Grados.

7.1.1 Elementos del sistema de energía fotovoltaica.

- a) Batería de ciclo profundo de electrolito tipo AGM



Figura 7: Almacenamiento de energía Fotovoltaica

Fuente: (Autores, 2024)

- b) Paneles Solares



Figura 8: Paneles solares

Fuente: (Autores, 2024)

- c) Cajetin eléctrico



Figura 9: Elementos cajetín eléctrico

Fuente: (Autores, 2024)

Se determinó que la conexión al sistema fotovoltaico se encuentra conectado al suministro de energía eléctrica, en caso de corte, averías, o en la noche cuando los paneles solares se limitan a la generación y almacenamiento de energía, por ausencia del sol.

7.1.2 Elementos cajetín eléctrico

a) ¡LOG 8!

Funciona en rangos de 12 a 24 V, Es un dispositivo ocupado en sistemas de iluminación y accionamiento doméstico, la mayoría se ocupa en armarios eléctricos. Consta con un relé interno de 4 salidas, con programación máxima de 400 bloques. (Turismo, 2020).



Figura 10: LOG 8

Fuente: (SEAS, 2019).

b) Relé encapsulado de 8 pines

Son dispositivos electromecánicos que utilizan circuitos eléctricos para controlar el encendido y apago de señales eléctricas, por lo general se las ocupa para: (SEAS, 2019).

- Control remoto
- Múltiples señales
- Protecciones del circuito
- Automatización



Figura 11: Relé Encapsulado de 8 pines

Fuente: (SEAS, 2019).

c) Phocos CMM

En la Figura 12 se muestra este dispositivo el cual está diseñado para medir con precisión la corriente de visualización, de la carga y el voltaje de la batería del sistema fotovoltaico, consta de interruptor de 3 posiciones y montaje en carril DIN (simplificados., 2022).



Figura 12: Phocos CMM

Fuente: (Autores, 2024)

d) CML 20

Es un interruptor de carga magnetotérmico, tiene combinado 2 funciones un interruptor automático y un disyuntor es un protector contra sobrecargas o cortos que pueden generarse el número alado del nombre significa la capacidad de Amperios. (Alcantarilla, 2022).



Figura 13: CML 20

Fuente: (Autores, 2024)

e) Inversor 24/800 230V

Disparo de alarma de bajo voltaje de batería y niveles de reinicio, la tensión de salida e de 210 a 245 V con una frecuencia de 60 Hz. Se encarga de transformar la energía de 24V DC a 230 V AC para alimentar dispositivos eléctricos. (B.V., 2021).



Figura 14: Inversor 24/800 230 V

Fuente: (Autores, 2024)

f) Disyuntores

Se puede interrumpir de manera segura sin dañarse en Amperios, están diseñados para actuar en milisegundos en caso de cortocircuitos o sobrecargas dependiendo lo que suceda en el circuito.



Figura 15: Disyuntores

Fuente: (Autores, 2024)

g) Supervisores de voltaje

En la Figura 16 se muestra los supervisores de voltaje, también conocidos como monitores de voltaje o detectores de voltaje, son dispositivos electrónicos diseñados para supervisar y controlar los niveles de voltaje en un circuito eléctrico. Su función principal es asegurar que el voltaje dentro del circuito se mantenga dentro de un rango seguro y específico. Si el voltaje se desvía de este rango (ya sea por sobrevoltaje o subvoltaje), el supervisor de voltaje toma medidas para proteger el circuito y los componentes conectados.

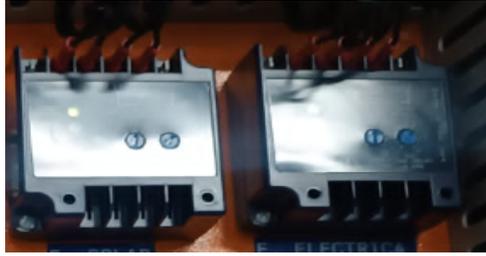


Figura 16: Supervisores de voltaje

Fuente: (Autores, 2024)

h) Contactores

Los contactores son dispositivos electromecánicos utilizados para controlar el flujo de corriente eléctrica en un circuito. Son similares a los relés, pero están diseñados para manejar corrientes más altas y aplicaciones de potencia.



Figura 17: Contactores

Fuente: (Autores, 2024)

i) Borneras

Sirven para genera conexiones en cada sección larga del circuito.



Figura 18: Borneras

Fuente: (Autores, 2024)

j) Fuente de alimentación regulada 12V

El voltaje de salida regulado y filtrado protege contra cortocircuitos, es un cargador de batería de respaldo.



Figura 19: Fuente de alimentación regulada 12V

Fuente: (Autores, 2024)

k) Transformador de AC12Vx2 110/220

¡Conectado a la batería de respaldo para carga y cambio automatizado del logo 8!.



Figura 20: Transformador de AC12Vx2 110/220

Fuente: (Autores, 2024)

Creación de un sistema automatizado para la inversión de corriente almacenada en baterías de litio (x4) se requiere de estos sistemas para su correcto funcionamiento, sin contar con el cable de control N18 awg y terminales ocupados para las conexiones y rieles DIN para la colocación de los componentes, consta con luces piloto para observar si la línea de energía es eléctrica o solar, con un interruptor selectivo entre manual y automático.

7.2 Fase 2

En esta fase aplicando el método experimental, se revisa el estado energético de las baterías de plomo-acido del sistema fotovoltaico para realizar un análisis de su tiempo de carga y descarga de las baterías mencionadas.



Figura 21: Análisis estado baterías ciclo profundo.

Fuente: (Autores, 2024)

7.3 Fase 3

En esta etapa, mediante el método experimental y bibliográfico, se realiza un análisis sobre el tipo de baterías que se pueden utilizar en estos sistemas comparando las especificaciones técnicas, así como su voltaje de carga, capacidad, y disponibilidad. Para lo cual se pretende utilizar baterías de Ion litio de HV las cuales son baterías de segundo uso las cuales por sus características analizadas pueden ser implementadas en este sistema fotovoltaico. Para evaluar la capacidad y estado actual bibliográficamente se hará una comparación de datos carga y descarga de baterías, voltaje y corriente, así determinar si las baterías se encuentran en un estado óptimo para el sistema fotovoltaico, medidos en porcentajes.

7.4 Fase 4

Como última etapa de la investigación, mediante la fase bibliográfica y deductiva se pretende generar opciones de posibles mejoras que se le puede dar a este sistema alternativo de almacenamiento para que sea factible su implementación.

7.4.1 Posición de Paneles Solares

Se optó por la posición de paneles solares para que la mayor cantidad de sol llegue a la instalación fotovoltaica, lo primero es determinar en qué dirección deben estar ubicados los paneles, calcular y colocarlos en el ángulo de inclinación óptimo.

Es importante porque el sistema fotovoltaico producirá un máximo de energía cuando el sol esté directamente perpendicular a él. (EAVE, 2021).

Durante el invierno en el hemisferio norte, por ejemplo, el sol está bajo en relación con el horizonte. En este caso, para que los paneles solares obtengan su mejor rendimiento, lo mejor es un ángulo pronunciado de 60° . Durante la primavera, el mejor ángulo es de 45° . Durante el verano, cuando el sol está alto en el cielo, es mejor tener una inclinación baja de 20° para convertir la energía solar en electricidad.

Los paneles solares instalados verticalmente producen menos energía. Aunque la instalación fotovoltaica de una fachada en esta posición aún puede tener sentido y ofrecer un óptimo rendimiento.

Una distribución de los paneles solares a dos aguas permite también aumentar el número total de paneles sobre la cubierta. De este modo, la producción por m^2 es mayor, lo cual es especialmente conveniente en los casos en los que no se cuente con mucho espacio.

7.4.2 Implementación de una capa de grafeno en paneles solares

Normalmente los paneles solares utilizan materiales como el silicio, pero al comparar características con el grafeno resulta ser más eficientes este último al proporcionar el doble de potencia en menos tiempo, además el grafeno tiene mejor conductividad eléctrica, conductividad térmica, posee una mejor resistencia del material y tiene mayor flexibilidad, además de que tiene bajo costo. Entre las ventajas de utilizar grafeno en paneles solares encontramos: (Meza, 2020).

Crea una ventana para inducir amplios rangos de energía de fotones dentro de las células solares. Exhibe una mayor transferencia de carga cinética en la interfaz de las células híbridas electroquímicas. Permite la fabricación de un dispositivo flexible con una arquitectura robusta que proporciona una mayor disipación de calor.

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se inspeccionó la cantidad de paneles solares que alimentan a la batería los cuales son 4 y se comparó el estado físico y energético, en el cual se determina el voltaje que genera los paneles, el cual se encuentra funcionando y se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 4

Voltajes de paneles solares

PANEL	VOLTAJE (V)	Amperaje A
1	11.1	0.3
2	12.2	0.6
3	11.7	0.3
4	11.8	0.4

Fuente: (Autores, 2024)

Como resultado del estado de los paneles solares se puede decir que el voltaje que entrega al inversor es aproximadamente de 38.2 V, teniendo en cuenta la radiación solar. Con

esto se observa que el panel está operando a una capacidad del 79.58 % a comparación de sus especificaciones técnicas que se encuentran en el Anexo 1.

Además, se realizó las pruebas de comprobación del estado energético de las baterías de ciclo profundo las cuales son de tipo electrolito AGM, de lo cual al transcurrir un tiempo de aproximadamente 8 años de su instalación se obtiene los datos de la Tabla 4.

8.1 Capacidad de baterías ciclo profundo de electrolito tipo AGM

8.1.1 Cálculo de energía consumida por hora

$$Ah = \frac{Wh}{V}$$

$$200 Ah = \frac{Wh}{24 V}$$

$$\text{Energía consumida / hora} = 4800 Wh$$

En el cálculo de la energía consumida por hora de las baterías se utiliza 200 Ah que es la capacidad y 24 V que se obtiene mediante la conexión de estas baterías como se indica en el diagrama de la Figura 23, con lo que como resultado obtenemos 4800 Wh de energía consumida por hora.

8.2 Capacidad de baterías Ion-litio

8.2.1 Cálculo de energía consumida por hora

$$Ah = \frac{Wh}{V}$$

$$225 Ah = \frac{Wh}{30 V}$$

$$\text{Energía consumida / hora} = 6750 Wh$$

Mediante la conexión que se observa en la Figura N°.24 se puede obtener la capacidad de la batería de Ion litio de 225 Ah debido a que cada bloque de celdas de 75 Ah está conectado en paralelo, además utilizando el voltaje obtenido de la conexión de 30 V se obtienen una energía

consumida de 6750 Wh lo que abastece 1950 Wh adicional a la energía consumida de las baterías de ciclo profundo de electrolito tipo AGM que se encuentran en el sistema fotovoltaico.

Tabla 5

Estado energético de las baterías de ciclo profundo de electrolito tipo AGM

Batería	Voltaje de flotación	Voltaje de carga	Corriente (A)	Corriente de carga
1	13.2	13.5	0.6	3.0
2	13.1	13.6	0.5	3.2
3	13.2	13.8	0.6	3.0
4	13.3	13.8	0.7	3.4

Fuente: (Autores, 2024)

Su conexión de baterías nos genera un total de 28 V en estado de carga y al estar en estado de descarga su voltaje desciende hasta los 27.2 V en 20 s. El voltaje de flotación que se encuentra en estas baterías es entre 13.1 V a 13.3 V.

Tabla 6

Datos de descarga de batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico

Batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico	
Tiempo de descarga	Voltaje (V)
1 hora	30.1
2 horas	29.9
3 horas	29.4
4 horas	29.1
5 horas	28.7
6 horas	28.3
7 horas	27.7
8 horas	26.5
9 horas	24.7
10 horas	22.0
11 horas	19.8

Fuente: (Autores, 2024)

Los datos en la Tabla 6 se obtuvieron mediante el uso de 3 consumidores (focos) de 12 V y 21 W conectados en serie, otro circuito en serie de 3 focos alógenos de 12 V y 65 W otro circuito en serie de 3 focos de 12 V y 21 W, cada circuito se conecta independientemente en paralelo.

Tabla 7

Mediciones de descarga de voltaje de la batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico.

Batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico	
Tiempo de descarga	Voltaje (V)
1 hora	
2 horas	
3 horas	

4 horas	 A digital multimeter with an orange face and black casing. The LCD screen displays the number 0.291. The dial is set to the AC voltage range (V~). The meter is connected to a circuit board.
5 horas	 A digital multimeter with an orange face and black casing. The LCD screen displays the number 0.287. The dial is set to the AC voltage range (V~). The meter is connected to a circuit board.
6 horas	 A digital multimeter with an orange face and black casing. The LCD screen displays the number 0.283. The dial is set to the AC voltage range (V~). The meter is connected to a circuit board.
7 horas	 A digital multimeter with an orange face and black casing. The LCD screen displays the number 0.277. The dial is set to the AC voltage range (V~). The meter is connected to a circuit board.
8 horas	 A digital multimeter with an orange face and black casing. The LCD screen displays the number 0.265. The dial is set to the AC voltage range (V~). The meter is connected to a circuit board.
9 horas	 A digital multimeter with an orange face and black casing. The LCD screen displays the number 0.247. The dial is set to the AC voltage range (V~). The meter is connected to a circuit board.

10 horas	
11 horas	

Fuente: (Autores, 2024)

En la tabla 7 se muestran las mediciones obtenidas de descarga del voltaje de la batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico obtenidas mediante el multímetro durante un tiempo de descarga de 11 horas.

Tabla 8

Datos obtenidos de carga de batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico.

Batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico			
Tiempo de carga	Voltaje Batería (V)	Voltaje paneles solares (V)	Amperaje paneles solares (A)
1 hora	25.7	35.2	2.4
2 horas	26.6	35.1	2.3
3 horas	26.9	35.2	2.4
4 horas	27.8	30.4	4.4
5 horas	28.7	29.3	4.5
6 horas	29.6	35.8	3.1
7 horas	29.5	38.3	2.4
8 horas	29.3	37.9	2.0

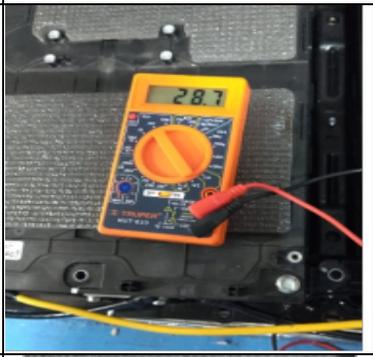
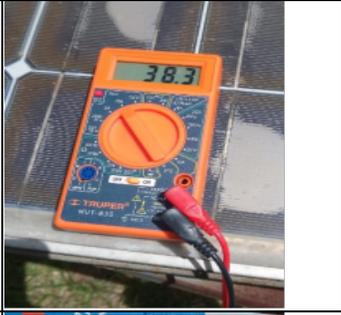
Fuente: (Autores, 2024)

En la Tabla 8 se muestran los valores de voltajes de carga teniendo en cuenta el transcurso de lapsos de 1 hora, y al realizar el encendido de los consumidores de energía (lámparas) se observa un descenso de 28.8 V en 5 minutos. Teniendo en cuenta que en este estado los paneles solares presentan 0.6 A y los consumidores 6.2.A.

Tabla 9

Mediciones de carga de voltaje de la batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico

Batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico			
Tiempo de carga	Voltaje Batería (V)	Voltaje paneles solares (V)	Amperaje paneles solares (A)
1 hora			
2 horas			
3 horas			

4 horas			
5 horas			
6 horas			
7 horas			
8 horas			

Fuente: (Autores, 2024)

En la tabla 9 se muestran las mediciones obtenidas de carga de voltaje de la batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico durante un periodo de 8 horas, tomando en cuenta voltaje en baterías, voltaje paneles solares, y el amperaje en paneles solares

Debido a los resultados obtenidos se presenta que la batería de este vehículo consta de un estado de carga de hasta el 86.9 % lo cual se muestra un estado de salud de la batería de 311.4 V cuando no está con carga, este dato se obtiene al comparar con el voltaje nominal de la batería HV que se encuentra en la Tabla 2, teniendo en cuenta el deterioro de las celdas de los módulos que se ha generado en el transcurso de trabajo de almacenamiento de la batería.

En la Figura 22 mediante los resultados obtenidos se realiza una comparación entre un módulo de 14 celdas y un módulo de 10 celdas a comparación de las baterías instaladas en el sistema fotovoltaico con el fin de determinar el voltaje nominal y de carga.

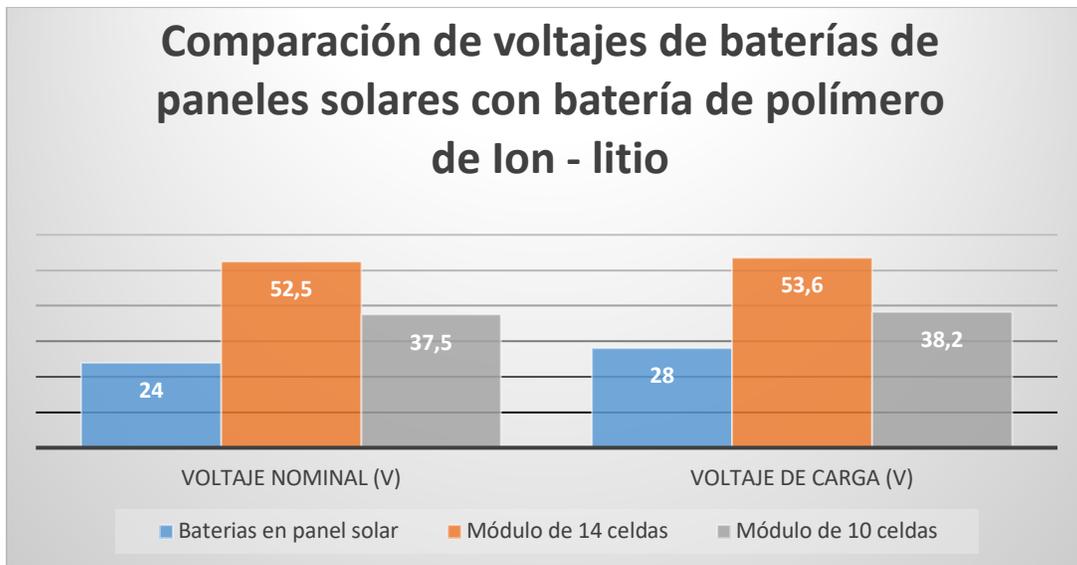


Figura 22: Voltajes nominal y de carga de baterías de ciclo profundo y baterías de Ion - litio

Fuente: (Autores, 2024)

En la gráfica se puede evidenciar como el voltaje de nominal de las baterías que almacenan la energía de los paneles solares es de 24 V y en estado de carga llega a los 28 V.

Por otro lado, con los módulos de 14 celdas de la batería de polímero de Ion-litio posee un voltaje nominal de 52.5 V y en estado de carga llegando a un 53.6 V teniendo en cuenta que sus celdas estaban operando a un estado de carga de 86.9%.

Finalmente se observó que los módulos que contienen 10 celdas pueden producir un voltaje nominal de 37.5 V y en estado de carga llegar hasta 38.2 V.

8.3 Estimación del consumo que debe cubrir la instalación fotovoltaica

Tabla 10

Consumo diario instalación fotovoltaica.

Unidad	Carga	Potencia Unitaria (Watt)	Horas de funcionamiento al día	Total, energía necesaria (Wh)	Total, Energía necesaria (Wh) Margen Seguridad 20%
6	lámparas	45	3	810	972
Total				810 Wh/día	972 Wh/día

Fuente: (Autores, 2024)

En la Tabla 10, se observa el consumo diario de toda la instalación que se encuentra dentro de la sala de grados obteniendo un total de 972 Wh/día, aproximadamente, teniendo en cuenta que dentro de la instalación habrá pérdidas por rendimiento, o almacenamiento de la batería, inversor y conductores, para ello usamos el margen de seguridad con un 20%, para medir el total de energía en potencia que necesita el aula para funcionar correctamente.

La utilización de energía alternativa cada vez se ve más resaltado debido a la búsqueda constante de la reducción de huella de carbono por lo cual una de las alternativas es el uso de los paneles solares, por esto se recurrió al análisis energético del sistema fotovoltaico que se encuentra instalado en la facultad de ciencias técnicas UIDE. El cual después de realizar su inspección y pruebas de estado se determinó que los paneles solares están funcionando en un 79.58 % esto teniendo en cuenta las especificaciones de su fabricante y sus respectivas

conexiones. Además, en base a la investigación realizada se consideró que utilizar una plancha de vidrio sobre el panel solar puede mejorar el abastecimiento de energía a las baterías en menor tiempo ya que los paneles solares tienen su problema de que no pueden recibir energía de manera muy eficiente al momento que existe impurezas en el ambiente o los rayos de luz no sean adecuados para generar energía.

En lo referente a la búsqueda de nuevas alternativas, como el almacenamiento y reciclaje de baterías HV de KIA SOUL EV, del proyecto KIA, se coloca en discusión, que la batería consta de 4 módulos de 14 celdas, 4 módulos de 10 celdas, si cada celda tiene un voltaje de 3.75 V, se necesita solo 8 celdas conexión en paralelo, y otras 3 conexiones, iguales que aumenten la intensidad, y al conectar estos (3 bloques) en serie conseguiremos el voltaje adecuado, obteniendo una alimentación de 30 V, y 225 Ah, es decir las baterías de ciclo profundo que actualmente se encuentran dentro del sistema fotovoltaico, pueden ser remplazadas por baterías HV, obteniendo así una forma de darle una segunda vida útil, y generando nuevas alternativas para el almacenamiento de energía.

8.4 Diagrama de conexión de baterías de ciclo profundo (baterías actuales en el sistema de almacenamiento fotovoltaico)

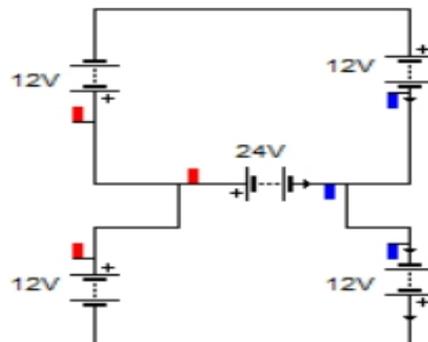


Figura 23: Conexión de baterías de ciclo profundo en el sistema fotovoltaico

Fuente: (Autores, 2024)

Este diagrama de la conexión de las baterías de ciclo profundo que se encuentran instaladas en el sistema de almacenamiento de energía fotovoltaica tiene un voltaje de 24 V y 200 Ah, esto con referencia a los datos técnicos de las baterías y a su tipo de conexión.

8.5 Diagrama de conexión de celdas de la batería de Ion-litio (baterías de alternativa para el sistema de almacenamiento fotovoltaico)

La conexión de celdas de la batería del vehículo KIA SOUL EV que se muestra en la Figura N°. 24, nos permite generar un voltaje de 30 V y 225 Ah, debido a que se conecta en paralelo las celdas de cada bloque las cuales tienen 3.75 V y 75 Ah cada una y luego se conecta en serie los bloques con el fin de aumentar el voltaje al indicado anteriormente.

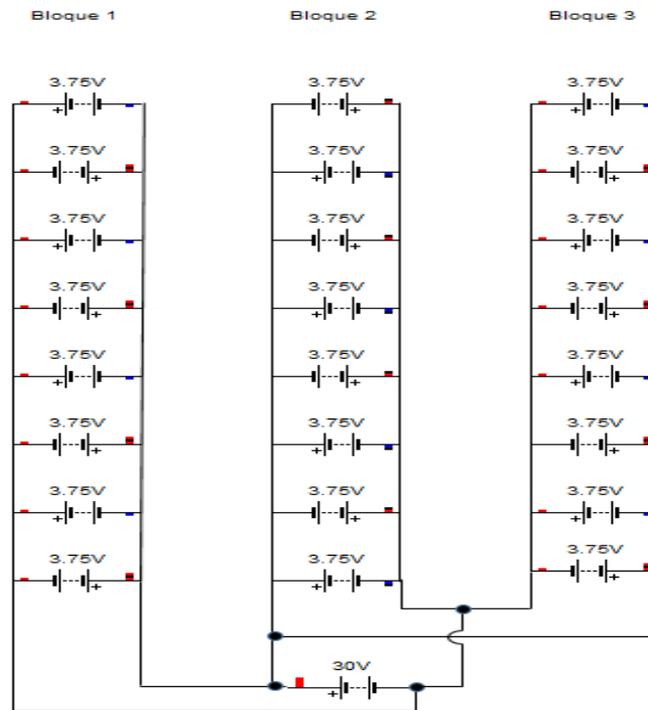


Figura 24: Conexión de baterías de Ion-litio para alternativa de almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico

Fuente: (Autores, 2024)

Mediante el análisis de los datos obtenidos del estado de la batería del vehículo KIA SOUL EV se obtuvo que sus estado de carga es del 86.9 % por lo cual sus celdas operan con un voltaje alrededor de 3.24 V en comparación a la ficha técnica de estas baterías que se encuentra en la Tabla 2, mediante la conexión del diagrama y ocupando las celdas de estas baterías se puede alcanzar un voltaje de 25.95 V lo cual demuestra que si abastece la tensión nominal a comparación de las baterías de ciclo profundo de electrolito tipo AGM, además aun estando las celdas operando al 80% de estado de carga se pudiera utilizar debido a que tendríamos un voltaje por celda de 3 V obteniendo así una tensión nominal de 24 V en la conexión del diagrama de la Figura N°24.



Figura 25: Conexión de batería de polímero de Ion-litio para almacenamiento de energía de sistema fotovoltaico.

Fuente: (Autores, 2024)

IX. CONCLUSIONES

Se establece que el diagnóstico realizado en el sistema Fotovoltaico de la facultad de Ciencias Técnicas – UIDE, según los datos obtenidos, que de este proyecto, se han desprendido, se concluye con seguridad que a pesar de que el sistema tiene alrededor de 8 años de uso, aún se encuentra en un 79.58% , actualmente funcionando, ya que al ser una sala donde tiene consumidores como lámparas cada una de 45 W, que se multiplicaría por máximo 3 horas de

consumo al día, en el que es utilizada la sala de grados, obtenemos un consumo mínimo de 810 Wh/día, donde el desgaste ha sido generalmente mínimo, y que el desgaste de las baterías de ciclo profundo no ha tenido mayor impacto al pasar los años.

Las mediciones realizadas en baterías de ciclo profundo de electrolito tipo AGM y en la batería de HV del vehículo KIA SOUL EV se determinó que las baterías que se encuentran actualmente instaladas en el sistema fotovoltaico se mantienen en un estado de carga de 13.5 V a 13.8 V cada batería entre las cuales al estar conectadas y en estado de carga generan 28 V y al ponerlo en estado de descarga su voltaje desciende a 27.2 V en 20 segundos. En relación con el estado energético de las baterías de Polímero Ion – litio se puede decir que la batería se encuentra en un estado de carga de hasta el 86.9 % en lo cual se encuentra celdas deterioradas pero que pueden ser de opción para almacenamiento de energía del sistema fotovoltaico debido a que presentan una mayor cantidad energética de 98.65Wh/kg, mientras que las otras baterías de plomo ácido solo presentan una densidad energética de 40Wh/kg.

X. REFERENCIAS

- Crownbattery. (6 de diciembre de 2019). *Baterías de Ciclo Profundo* . Obtenido de Baterías de Ciclo Profundo : <https://www.crownbattery.com/es/blog/que-es-una-bateria-de-ciclo-profundo>
- crownbattery. (2021). *Batería ciclo profundo*. Obtenido de Batería ciclo profundo: <https://www.crownbattery.com/es/blog/que-es-una-bateria-de-ciclo-profundo>.
- Donado, I. A. (5 de Enero de 2021). *Autosoporte*. Obtenido de Autosoporte: <https://autosoporte.com/baterias-de-niquel-li-ion-y-su-aplicacion-automotriz/>.
- Doyle, J. (2020). *FOTOVOLTAICA*. Obtenido de FOTOVOLTAICA: https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/?_adin=02021864894
- Etecé, E. (1 de diciembre de 2021). *Equipo editorial, Etecé*. Obtenido de Equipo editorial, Etecé.: <https://concepto.de/experimentacion-cientifica/>

- Isofotón. (s.f.). Obtenido de Módulo fotovoltaico I 110: <https://es.scribd.com/document/381895527/Ficha-Tecnica-Modulo-Fotovoltaico-Isofoton-I-110-24V>
- Journalist, E. M. (31 de Agosto de 2021). *El reto del almacenamiento de la energía solar*. Obtenido de El reto del almacenamiento de la energía solar: <https://www.bbva.ch/noticia/el-reto-del-almacenamiento-de-la-energia-solar/>
- Peralta Feijoo, P. X. (2018). *Estudio de funcionamiento del conjunto de baterías del Kia Soul EV*. UIDE. Guayaquil: 80 p.
- Perez, A. (16 de junio de 2022). *Baterías Litio*. Obtenido de Baterías Litio: <https://www.autobild.es/noticias/baterias-litio-tipos-ventajas-inconvenientes-1078491>.
- Saclima. (s.f.). *Baterías Monoblock AGM Saclima (12 V)*. Obtenido de Baterías Monoblock AGM Saclima (12 V): <https://www.saclimafotovoltaica.com/energia-solar/baterias-monoblock-agm-saclima-12-v/>
- Sampieri, H. (22 de diciembre de 2022). *Seminario: Introducción a la metodología de investigación*. Obtenido de Seminario: Introducción a la metodología de investigación: <https://seciss.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2022/12/12.pdf>
- SEAS, E. S. (22 de Agosto de 2019). *El Relé*. Obtenido de El Relé: <https://www.seas.es/blog/automatizacion/el-rele-para-que-es-para-que-sirve-y-que-tipos-existen/>
- Seguí, P. (14 de junio de 2018). *Ovacen*. Obtenido de Ovacen: <https://ovacen.com/energias-renovables/solar/fotovoltaica/>
- Servicing, B. (s.f.). *Baterías plomo acido*. Obtenido de Baterías plomo acido: <https://www.electricity-magnetism.org/es/baterias-de-plomo-acido/>.
- SHENZHEN RITAR POWER CO., L. (julio de 2019). *BATERIA SELLADA GEL CICLO PROFUNDO 12V x 100AH*. Obtenido de BATERIA SELLADA GEL CICLO PROFUNDO 12V x 100AH: <https://www.renova-energia.com/wp-content/uploads/2019/07/BT047.pdf>
- simplificados., M. d. (10 de Octubre de 2022). *Manual de usuario del controlador de carga solar phocos CXNup*. Obtenido de Manual de usuario del controlador de carga solar phocos CXNup: https://manuals.plus/es/phocos/cxnup-solar-charge-controller-manual#google_vignette
- Solarix. (2020). *Baterías de litio en autoconsumo fotovoltaico y compatibilidad con inversores*. Obtenido de Baterías de litio en autoconsumo fotovoltaico y compatibilidad con inversores: <https://www.solarix.es/blog/baterias-litio-compatibilidad-inversores/>
- Suárez, E. (9 de febrero de 2024). *Método inductivo y deductivo*. Obtenido de Método inductivo y deductivo: <https://expertouniversitario.es/blog/metodo-inductivo-y-deductivo/>

- Turismo, M. d. (julio de 2020). *Instalación de alumbrado exterior*. Obtenido de Instalación de alumbrado exterior: https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/ITC-BT-09_guia_E_jul_20_R2.pdf
- WccSolar. (20 de Diciembre de 2022). Obtenido de Que es Voltaje de Flotación y Voltaje de carga?: <https://www.wccsolar.net/post/comparativa-bater%C3%ADas-wccsolar>
- WCCSOLAR. (20 de diciembre de 2022). *Que es Voltaje de Flotación y Voltaje de carga?* Obtenido de Que es Voltaje de Flotación y Voltaje de carga?: <https://www.wccsolar.net/post/comparativa-bater%C3%ADas-wccsolar>
- AEADE. (2023, diciembre). *Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador*. Recuperado de <https://www.aeade.net/>
- Alcantarilla, L. (2022, marzo 23). *¿Qué es un interruptor magnetotérmico?* Recuperado de <https://grupo-jarama.com/blog/que-es-un-magnetotermico>
- Alonso, J. A. (2024, abril 24). *Sunfields*. Recuperado de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/calculo-sistema-fotovoltaico-aislado/>
- Autel. (2019). *MaxiDAS DS808*. Recuperado de <https://www.autel.com/es/mk3/3233.jhtml>
- Autoavance. (2020, febrero 5). *BLOG TÉCNICO AUTOMOTRIZ*. Recuperado de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/bateria-hibridos-electricos/>
- Autores. (2024). *Multímetro digital profesional con RMS verdadero*. Recuperado de https://www.truper.com/ficha_tecnica/Multimetro-digital-profesional-con-RMS-verdadero-3952.html
- Autosoporte. (s.f.). *Batería níquel-metal*. Recuperado de <https://autosoporte.com/baterias-de-niquel-li-ion-y-su-aplicacion-automotriz/>
- B.V., V. E. (2021, febrero). *Sector naval*. Recuperado de https://www.victronenergy.com/es/upload/documents/Brochure-Marine_ES_web.pdf
- Crownbattery. (2019, diciembre 6). *Baterías de Ciclo Profundo*. Recuperado de <https://www.crownbattery.com/es/blog/que-es-una-bateria-de-ciclo-profundo>
- Crownbattery. (2021). *Batería ciclo profundo*. Recuperado de <https://www.crownbattery.com/es/blog/que-es-una-bateria-de-ciclo-profundo>
- Donado, I. A. (2021, enero 5). *Autosoporte*. Recuperado de <https://autosoporte.com/baterias-de-niquel-li-ion-y-su-aplicacion-automotriz/>
- Doyle, J. (2020). *FOTOVOLTAICA*. Recuperado de https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/?_adin=02021864894

- Duncan. (2022). *baterías duncan*. Recuperado de <https://bateriasduncan.com.co/producto/baterias-estacionarias/>
- EAVE. (2021, marzo 8). ¿Cuál es la mejor inclinación de los paneles solares? Recuperado de <https://eave.es/blog/cual-es-la-mejor-inclinacion-de-los-paneles-solares/#:~:text=En%20este%20caso%2C%20para%20que,la%20energ%C3%ADa%20solar%20en%20electricidad.>
- Enciclopedia, E. d. (2023, noviembre 21). *Enciclopedia Significados*. Recuperado de <https://www.significados.com/investigacion-experimental/>
- Etecé, E. (2021, diciembre 1). *Equipo editorial, Etecé*. Recuperado de <https://concepto.de/experimentacion-cientifica/>
- Isofotón. (s.f.). *Módulo fotovoltaico I 110*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/381895527/Ficha-Tecnica-Modulo-Fotovoltaico-Isofoton-I-110-24V>
- Journalist, E. M. (2021, agosto 31). *El reto del almacenamiento de la energía solar*. Recuperado de <https://www.bbva.ch/noticia/el-reto-del-almacenamiento-de-la-energia-solar/>
- Peralta Feijoo, P. X. (2018). *Estudio de funcionamiento del conjunto de baterías del Kia Soul EV*. Guayaquil: UIDE.
- Perez, A. (2022, junio 16). *Baterías Litio*. Recuperado de <https://www>
- Meza, H. B. (2020). *Optimización del diseño de paneles solares*. Huancayo, Universidad Continental: 159 p.

XI. ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica de paneles solares ISOFOTON I 110/12

CARACTERÍSTICAS	I 110/12
Físicas	
Dimensiones	1310 / 654 / 39.5 mm
Peso	11.5 kg
Número de células en serie	36
Número de células en paralelo	2
Eléctricas (1000 W/m², 25°C célula, AM 1.5)	
Tensión nominal	12 V
Potencia máxima	110 Wp ± 10%
Corriente de cortocircuito	6.76 A
Tensión de circuito abierto	21.6 V
Corriente de máxima potencia	6.32 A
Tensión de máxima potencia	17.4 V
Constructivas	
Células	Monocristalino, texturadas con capa antirreflectoras
Contactos	Contactos redundantes, múltiples en cada célula
Laminado	EVA (etilen-vinil acetato)
Cara frontal	Vidrio templado de alta transmisibilidad
Cara posterior	Protegida con Tedlar de varias capas
Marco	Aluminio anodizado
Cajas de conexión	IP 65 con diodos de bai pás
Toma de tierra	Si
Especificaciones	IEC 61215 y clase II mediante certificado TUV
Sección de cable	4-10 mm ²
Terminal de conexión	Bornera atornillarle con posibilidad a soldadura / multicontacto opcional

Fuente: (Isofotón, s.f.)