



Implementación de un sistema de generación de carga eléctrica mediante el uso de paneles fotovoltaicos para determinar la variación de la autonomía

Araujo Orna, Kevin Sebastian y Mayorga Zurita, Jhon Bryan

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Mecánica Automotriz

Ing. Carrera Tapia, Romel David

23 de agosto de 2023

Latacunga



Plagiarism report

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICUL...

Scan details

Scan time:
August 24th, 2023 at 14:35 UTC

Total Pages:
30

Total Words:
7375

Plagiarism Detection



9.4%

Types of plagiarism

Types of plagiarism		Words
Identical	3.5%	261
Minor Changes	2%	145
Paraphrased	3.9%	286
Omitted Words	0%	0

AI Content Detection



N/A

Text coverage

- AI text
- Human text

Plagiarism Results: (60)

M-ESPEL-MAT-0196.pdf

1.4%

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/35784/1/m-...>

alexander carvajal

1 Organización del área de trabajo dentro del taller de inyección electrónica utilizando la metodología 5s para obtener una distribución...

M-ESPEL-MAT-0197.pdf

1.4%

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/35817/1/m-...>

Edison Bustamante Romero

1 Carátula Implementación de herramientas de diagnóstico de inyección electrónica utilizando la metodología six sigma para garantizar la...

¿Cuánta electricidad genera un panel solar y cómo ...

1%

<https://www.damiasolar.com/es/actualidad/blog/articulos-so-...>

...

Ing. Carrera Tapia, Romel David Mgtr.

C.C 0503393258

Certified by

About this report
help.copyleaks.com

copyleaks.com



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **"Implementación de un sistema de generación de carga eléctrica mediante el uso de paneles fotovoltaicos para determinar la variación e la autonomía en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las fuerzas Armadas - ESPE"** fue realizada por los señores **Araujo Orna, Kevin Sebastian y Mayorga Zurita, Jhon Bryan**, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 22 de agosto de 2023

Ing. Carrera Tapia, Romel David

C.C.:0503393258



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz**

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Araujo Orna, Kevin Sebastian y Mayorga Zurita, Jhon Bryan**, con cédulas de ciudadanía N° 1755501457 y 1752748796, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Implementación de un sistema de generación de carga eléctrica mediante el uso de paneles fotovoltaicos para determinar la variación en la autonomía para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 22 de agosto de 2023

Araujo Orna, Kevin Sebastian

C.C.:1755501457

Mayorga Zurita, Jhon Bryan

C.C.:1752748796



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Autorización de Publicación

Nosotros **Araujo Orna, Kevin Sebastian** y **Mayorga Zurita, Jhon Bryan** con cédulas de ciudadanía N° 1755501457 y 1752748796, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Implementación de un sistema de generación de carga eléctrica mediante el uso de paneles fotovoltaicos para determinar la variación en la autonomía para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 22 de agosto de 2023

Araujo Orna, Kevin Sebastian

C.C.:1755501457

Mayorga Zurita, Jhon Bryan

C.C.:1752748796

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, quienes han sido mi fuente constante de inspiración y apoyo a lo largo de mi vida. Su amor incondicional y sacrificio han sido el motor que me impulsó a alcanzar esta meta académica.

También quiero expresar mi gratitud a mis amigos de la universidad, quienes compartieron conmigo las alegrías y desafíos de este trayecto académico. Sus consejos, debates y amistad han enriquecido mi experiencia de aprendizaje de maneras invaluableles.

Este logro no habría sido posible sin el respaldo de todos ustedes. Agradezco profundamente su confianza en mí y su presencia constante a lo largo de este camino. Espero que este trabajo contribuya de alguna manera al avance de la energía sostenible y los vehículos eléctricos, que son temas que compartimos y en los que creemos.

Araujo Orna, Kevin Sebastian

Dedicatoria

La dedicación de toda mi etapa universitaria fue en base a mi enseñanza directamente impartida por mi madre, padre, hermana y hermano, su perseverancia e historia lograron que pueda entender la vida de mejor manera, y si logró más cosas como este proyecto tengan en cuenta que se los dedico y dedicare siempre a ustedes.

Permítanme mostrarles los sentimientos y dedicación que criaron a este ser humano de una manera que sea sociable y aporte para el mundo, donde se pueda llegar a expresar e impartir la honestidad, sinceridad, paciencia y carisma que ustedes lograron enseñarme. Espero transmitir estos conocimientos de manera especial y recordarlos siempre que haga una buena obra y reciba reconocimientos por mi trabajo.

Familia mía les dedico esto y mucho más, su pequeño pudo adquirir conocimiento que ayudara en la vida de otros. Gracias y espero seguir llenándoles de orgullo.

Mayorga Zurita, Jhon Bryan

Agradecimiento

En mi corta edad pude entender que la familia otorga enseñanzas que inspiran superación. Vivo a través de las enseñanzas y consejos de mi familia, puesto que son participes responsables de mis triunfos y he podido llegar a sentir orgullo por cada momento a su lado. Gracias por apoyarme con mis objetivos.

Queridos padres, ustedes me otorgaron las cualidades más valiosas: apreciar y agradecer. Respeto su esfuerzo y dedicación por ser el pilar en una etapa más de mi vida, la cual culmina gracias a ustedes.

Araujo Orna, Kevin Sebastian

Agradecimiento

Expreso de una forma muy sincera un sentimiento de agradecimiento eterno dirigido para aquellas personas y especialmente mi familia que, a pesar de aquellas dificultades que la vida te pone en el camino, supieron tener paciencia. Además, por diversas causas, permanecieron a mi lado, demostrando mediante palabras y acciones que uno puede confiar plenamente en una persona y en la vida uno nunca deja de aprender.

Al momento de salir a la sociedad, la vida puede tratarnos de una manera agresiva pero también nos permite encontrar personas con una mente y corazón destinados a enseñar e inculcar conocimientos que sirven para la sociedad, agradezco y respeto distintivamente a los profesores e Ingenieros que con su sabiduría y persistencia permiten que aquellos que queremos salir adelante no nos dobleguemos y utilicemos cada llamada de atención, consejos y charlas para ser un gran profesional en el ámbito automotriz.

Agradezco a aquellos compañeros que en el lapso de este tiempo de estudio supieron conllevar de una manera amigable y responsable esta carrera. Espero con todas mis esperanzas que lleguen a ser unos grandes profesionales.

De una manera especial y directa agradezco a mi madre, padre y hermanos su ayuda fue indispensable para entender que uno en la vida no debe rendirse y enseñarme que del pasado uno debe aprender.

Les otorgo este logro y espero demostrarle que no será el único, pues en la vida todo con esfuerzo, todo se logra.

Mayora Zurita, Jhon Bryan

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría.....	5
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de contenido	10
Índice de figuras	12
Índice de tablas	15
Resumen.....	16
Abstract	17
Capítulo I: Tema	18
Antecedentes.....	18
Planteamiento del problema	19
Justificación.....	20
Objetivos de Investigación	21

	11
Objetivo General	21
Objetivos Específicos	21
Alcance	22
Capítulo II: Marco Teórico	23
Principios básicos de la energía solar fotovoltaica	23
<i>Fundamento General de la Energía Solar</i>	23
<i>La Radiación Solar y su Conversión en Electricidad</i>	24
Tecnología de Paneles Fotovoltaicos	26
<i>Funcionamiento de los paneles fotovoltaicos</i>	26
<i>Tipos de paneles fotovoltaicos</i>	28
Eficiencia y rendimiento de los paneles solares	28
Aplicación Automotriz	29
<i>Integración de paneles solares en vehículos eléctricos</i>	29
<i>Paneles solares en techos de automóviles</i>	31
<i>Paneles solares en carrocería y ventanas</i>	32
Beneficios de Generación de Carga Fotovoltaica en Automóviles	32
<i>Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero</i>	32
<i>Ahorro de Combustible</i>	34
<i>Conversión de energía</i>	35
<i>Aumento de la Autonomía del Vehículo</i>	35
<i>Energía Auxiliar y Carga de Batería</i>	36
Capítulo III: Implementación Del Sistema de Generación de Carga Mediante el Uso de	

Paneles Fotovoltaicos	38
Selección del Sistema de Carga	38
Selección del Panel Fotovoltaico	38
<i>Panel semi flexible.....</i>	<i>39</i>
<i>Instalación del panel semi flexible</i>	<i>39</i>
Selección del Controlador	40
<i>Controlador.....</i>	<i>40</i>
<i>Instalación del controlador.....</i>	<i>42</i>
<i>Baterías</i>	<i>42</i>
Esquema de Conexión Del Sistema Fotovoltaico	43
Instalación Del Sistema de Carga Fotovoltaico.....	44
Capítulo IV: Aplicación Práctica	50
Variabilidad y disponibilidad de la radiación solar	50
Eficiencia de carga y almacenamiento de energía.....	54
Dispositivos alimentados por energía solar	55
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones.....	57
Conclusiones.....	57
Recomendaciones.....	58
Bibliografía	59
Anexos.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diagrama del efecto fotovoltaico.</i>	26
Figura 2 <i>Diseño vehículo eléctrico.</i>	31
Figura 3 <i>Emisión de gases contaminantes CO2.</i>	33
Figura 4 <i>Prototipos de vehículos eléctricos.</i>	34
Figura 5 <i>Panel Semi Flexible Monocristalino.</i>	39
Figura 6 <i>Instalación de panel Semi Flexible .</i>	40
Figura 7 <i>Controlador en funcionamiento.</i>	40
Figura 8 <i>Descripción del display del controlador.</i>	41
Figura 9 <i>Instalación del controlador.</i>	42
Figura 10 <i>Pack de baterías en serie.</i>	42
Figura 11 <i>Esquema de conexión de paneles solares y controlador.</i>	43
Figura 12 <i>Señal de bornes del Controlador.</i>	44
Figura 13 <i>Bornes del controlador.</i>	45
Figura 14 <i>Conexión del Controlador Bornes del Panel Solar.</i>	45
Figura 15 <i>Conexión del Controlador Bornes de carga de baterías.</i>	45
Figura 16 <i>Instalación de un interruptor de dos posiciones.</i>	46
Figura 17 <i>Mandos del controlador.</i>	46
Figura 18 <i>Proceso inicial de configuración del controlador.</i>	47
Figura 19 <i>Proceso final de configuración del controlador</i>	47
Figura 20 <i>Configuración del controlador.</i>	48

Figura 21 <i>Conexión de bornes de carga a la batería.</i>	49
Figura 22 <i>Vehículo colocado en un lugar con suficiente iluminación solar.</i>	49
Figura 23 <i>Radiación solar en Ecuador.</i>	50
Figura 24 <i>Ruta de prueba seleccionada por estudiantes.</i>	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Componentes del sistema de carga*.....38

Tabla 2 *Prueba de ruta y carga de baterías*.....52

Resumen

Los vehículos eléctricos han logrado llegar de cierta forma al mercado nacional del Ecuador en una pequeña parte por el momento, son tanto de tipo enchufables como, recargados mediante un motor de combustión interna, sin embargo, no cuentan con una buena eficiencia en su autonomía. La carencia de electrolineras y uso del MCI como respaldo aún no proporcionan una autonomía agradable para la población la cual está acostumbrada a realizar recorridos largos en el país. No existen por el momento preparativos para la creación de estaciones de carga que normalicen el uso de estos vehículos sin embargo se ha pensado en una de las formas de obtención de energía renovable en cierta manera inconmensurable, esta es la energía solar. Este tipo de energía se encuentra presente en todos los días del año y es desaprovechada por una gran parte de los residentes del Ecuador, pues el país está ubicado geográficamente en un punto muy importante del planeta la cual es la mitad del mundo. El hecho de esto permite que la luz y radiación solar captada sea mucho más directa a comparación de otras regiones del mundo, elevando sustancialmente la cantidad de energía que se podría aprovechar. El problema recae en la falta de interés por esta energía renovable y esencialmente la carencia de su uso, y esto es debido al costo que esto refleja permitiendo que no se obtenga celdas que permitan la absorción y generación de energía en una forma que signifique gran impacto. Tomando esto en cuenta este prototipo eléctrico realizado por estudiantes del último semestre de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE de la carrera en Tecnología Superior en Mecánica Automotriz está destinado a la generación de carga y aumento de la autonomía haciendo uso de paneles fotovoltaicos concientizando a la población que el desaprovechamiento de esta energía es sin precedentes en el uso Automotriz.

Palabras clave: Combustión interna, energía renovable, radiación solar, panel fotovoltaico.

Abstract

Electric vehicles have managed to reach the national market of Ecuador in a certain way for the moment, they are both plug-in type and recharged by an internal combustion engine, however, they do not have a good efficiency in their autonomy. The lack of electrolineras and the use of the MCI as a backup still do not provide a pleasant autonomy for the population which is used to making long journeys in the country. At the moment there are no preparations for the creation of charging stations that normalize the use of these vehicles, however, one of the ways of obtaining renewable energy in a certain immeasurable way has been thought of, this is solar energy. This type of energy is present every day of the year and is wasted by a large part of the residents of Ecuador, since the country is geographically located in a very important point on the planet, which is half the world. The fact of this allows the light and solar radiation captured to be much more direct compared to other regions of the world, substantially increasing the amount of energy that could be used. The problem lies in the lack of interest in this renewable energy and essentially the lack of its use, and this is due to the cost that this reflects, allowing cells that allow the absorption and generation of energy in a way that means great impact to not be obtained. Taking this into account, this electrical prototype made by students of the last semester of the University of the Armed Forces ESPE of the career in Higher Technology in Automotive Mechanics is intended for the generation of load and increase of autonomy using photovoltaic panels raising awareness to the population that the wastage of this energy is unprecedented in Automotive use.

Key words: Internal combustion, renewable energy, solar radiation, photovoltaic panel.

Capítulo I

Tema

Implementación de un sistema de generación de carga eléctrica mediante el uso de paneles fotovoltaicos para determinar la variación de la autonomía.

Antecedentes

Una de las características predominantes del Ecuador es su ubicación geográfica al estar relacionada con la línea ecuatorial, provocando que nuestro país obtenga mayor radiación solar en comparación con otras partes del mundo. Debido a este exceso de energía catalogada renovable, se ha permitido e imaginado en la creación de diferentes sistemas de almacenamiento para tal energía, con el fin de ser usada posteriormente para la alimentación de componentes y circuitos en diferentes ámbitos (Chicaiza Jami, 2023).

Los paneles fotovoltaicos cumplen un papel fundamental y esencial para la obtención de energía solar, permitiendo que esta sea una solución alternativa referente al problema de demanda por energía renovable. En el Ecuador existen horas pico donde por lo general se logra obtener valores de energía altos, por aquello el estado dispuso la resolución Nro. ARCONEL - 042/18, especificando lo siguiente: “El estado brindará condiciones para el desarrollo, implementación y participación de consumidores que cuenten con sistemas de micro generación fotovoltaico”. (Ola Daquilema & Salas Calva, 2020, 22)

La Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE- ha realizado diferentes contribuciones con respecto al desarrollo e innovación en la rama e industria automotriz permitiendo la creación de diferentes vehículos con finalidades ecológicas tratando de solucionar problemas con respecto a la contaminación con gases perjudiciales emanados por la combustión interna, naciendo así diferentes prototipos como bicicletas y scooters con capacidades de carga mediante paneles fotovoltaicos (Vega Avalos, 2021).

Planteamiento del problema

La demanda y uso de vehículos eléctricos en el país aún no está en competencia con otras regiones más desarrolladas en el mundo, es notoria la aparición de varios modelos híbridos lanzados por diferentes marcas, pero aún existen inconvenientes con la adquisición de estos. La mayoría de estos vehículos adquiridos son en base al uso del motor de combustión interna para la carga de baterías que serán usadas para la alimentación del motor eléctrico, y la carga en hogares mediante conexión a la red eléctrica de los mismos propietarios.

En el caso de las electrolineras destinadas a vehículos enchufables existe un evidente retraso tanto en su construcción como implementación por el país haciendo que estos no generen confianza respecto a su carga. Una de las opciones adicionales que puede ser tomada en cuenta para la ayuda de la demanda energética en estos casos es el uso de paneles fotovoltaicos para una carga extra.

Sin embargo, el problema recae en el aprovechamiento de la energía solar por parte de la industria automotriz en el Ecuador a comparación de otros países más desarrollados aún no está destinado a un interés más focalizado, carece de uso debido a problemas en base al costo de los componentes para el sistema y evidencias respecto a la eficiencia de 30 a 40% no llamativas para los consumidores.

Por lo cual este proyecto de titulación está destinado a hacer uso de esta energía tomando en cuenta la ubicación geográfica central del país priorizando estaciones como el verano donde se puede aprovechar de mejor manera la energía solar con más posibilidad a la captación de radiación de tipo directa permitiendo que la eficiencia de carga sea aprovechada al máximo y mostrando así a la población el inconsciente desperdicio y desaprovechamiento de esta energía para el sector automotriz.

Justificación

La Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, sede Latacunga ha optado por realizar un proyecto que beneficie aspectos ambientales, además de permitir la implementación de nuevas tecnologías de acuerdo al aprendizaje adquirido en el transcurso de la carrera universitaria.

En la actualidad, es necesario controlar la contaminación en beneficio del bien común, además de los beneficios de cuidar el medio ambiente son favorables para el estilo de vida social. El uso de combustibles ha sido un tema controvertido durante varios años. La contaminación y la explotación de los recursos naturales generan una carga ambiental, dando como resultado varias propuestas de posibles opciones alternativas. Siendo así, la idea de energías renovables, una ruta que ha ido sobresaliendo en las grandes industrias. Dando como resultado estas fuentes no convencionales, por ejemplo, la fotovoltaica es de suma importancia por la ausencia de contaminación que emiten. (Vásquez León).

La idea de la implementación de vehículos eléctricos es una ruta viable para hoy en día. Los vehículos eléctricos no emiten gases de escape, lo que ayuda a reducir la contaminación del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, contribuyen a mejorar la calidad del aire, mitigar el cambio climático y reducir la dependencia de los combustibles fósiles. En el campo automotriz ecuatoriano, el uso de diésel, gasolina y super, son las fuentes principales de alimentación. La emisión de gases contaminantes, tales como el óxido de nitrógeno (NOx), dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂), son los principales en causar repercusiones al medio ambiente. Por ejemplo, el dióxido de carbono (CO₂) es el gas contaminante más propagado por la combustión del motor. (Pérez Darquea, 2018).

Objetivos de Investigación

Objetivo General

- Implementar un sistema de generación de carga eléctrica mediante el uso de paneles fotovoltaicos para determinar la variación de la autonomía

Objetivos Específicos

- Investigar sobre los sistemas de generación de carga fotovoltaica disponibles en el mercado nacional.
- Seleccionar el sistema de generación de carga fotovoltaica según sus parámetros de funcionamiento.
- Implementar el sistema de generación de carga fotovoltaica según su capacidad y tamaño en el vehículo eléctrico.

Alcance

Dentro de la planificación del proyecto, las limitaciones se encuentran bajo las circunstancias económicas y de tiempo. Además, la implementación del sistema de carga fotovoltaico se presenta dentro de ideas innovadoras para el país, pero con interferencias en el mercado. Siendo así, la idea de desarrollar el alcance para llegar a lograr con el objetivo con certeza. (Álvarez, 2023).

Como primer paso, se plantea realizar un análisis al mercado nacional para la adquisición de los distintos componentes necesarios, ya que la poca disponibilidad de productos avanzados, son muy escasos. Además, las importaciones toman un tiempo de entrega alta por motivos de viaje y procesos de legalización.

Por otra parte, la programación de los componentes respectivos para el correcto funcionamiento del prototipo se debe realizar bajo las instrucciones de personas capacitadas en este aspecto automotriz. Sin embargo, Ecuador posee escasa mano de obra en este campo, debido a la baja demanda de vehículos eléctricos.

Capítulo II

Marco Teórico

Principios básicos de la energía solar fotovoltaica

Fundamento General de la Energía Solar

El sol es la fuente principal de energía para varios procesos naturales que ocurren en la tierra, desde la fotosíntesis hasta los ciclos del agua y el viento. Hablando exclusivamente de los seres vivos, tanto las plantas en la tierra como el fitoplancton en el agua constituyen el primer eslabón de sus respectivas cadenas alimenticias, es por esto que la gran mayoría de los ecosistemas dependen directamente de la energía del sol para subsistir, aunque se han detectado pequeñas comunidades de seres vivos que pueden subsistir en ausencia del sol.

Otras formas de energía aprovechable que están presentes en nuestro entorno son los combustibles fósiles derivados del petróleo, el carbón, la energía geotérmica procedente del núcleo de la tierra, la energía nuclear y el movimiento de las mareas provocadas por la gravedad de la luna.

El sol como fuente de energía está basado en la fusión nuclear de átomos de Hidrógeno, esta reacción se produce de forma natural debido a las altas temperaturas y presiones que existen en el núcleo solar, el resultado de esta fusión es la generación de un átomo de Helio más una emanación de alta energía que es la que nos llega en forma de radiación, se estima que la edad de nuestra estrella es de unos 5000 millones de años, de un total de 10000 millones de años calculados para que consuma todo su combustible.

La energía solar se basa en la captación y utilización de la radiación solar, por lo general esta energía es útil en diversas formas. La energía solar es una fuente renovable y limpia que proviene de la radiación electromagnética emitida por el sol. La fuente primaria de energía en el sol se origina en su núcleo, ocupando solo el 10% de su volumen total. Alrededor

del núcleo se encuentra la zona radiactiva, donde la energía producida se transporta mediante radiación, principalmente en forma de fotones. (Ramírez Agudo, 2019, 4)

La energía solar puede usarse en todo el planeta, aunque unas regiones reciben mayor cantidad de energía que otras, la cantidad de energía que impacta la tierra excede en varias magnitudes a la energía requerida por la actividad humana. Se estima que a la superficie de la tierra llegan entre 1100 y 2300 Kilovatios-hora por metro cuadrado por año, la variación se debe a la menor incidencia solar conforme nos alejamos del centro de la tierra hacia los polos, también a otros factores como las estaciones y la nubosidad local (Feng, 2012).

En los últimos años, los compromisos gubernamentales sobre el cambio climático se han establecido en reducir a la mitad las emisiones nocivas para el 2030, y ser ambientalmente neutro para el 2050, para lograr estos objetivos se ha redoblado esfuerzos para disminuir la dependencia de los combustibles fósiles y aumentar la generación de energía desde fuentes renovables. La estimación actual es que a nivel mundial la producción de electricidad por energías renovables (fotovoltaica, eólica, hidráulica, hidrógeno) se encuentra alrededor del 30%. Con la reducción de costos de fabricación e instalación, más el aumento de su eficiencia, se espera que los sistemas fotovoltaicos jueguen un papel preponderante en la consecución de los objetivos climáticos (Naciones Unidas, 2022).

La Radiación Solar y su Conversión en Electricidad

La conversión directa de energía solar en electricidad se denomina efecto fotovoltaico, el mismo que fue descubierto a mediados del siglo pasado, y desde entonces su uso ha venido incrementándose desde los primeros usos de paneles solares en satélites hasta su uso actual en zonas industriales y residenciales.

A pesar del incremento de instalaciones fotovoltaicas y el mejoramiento de la eficiencia

de los paneles, este tipo de energía presenta aún importantes limitantes: las horas de la noche en que no generan y los días nublados que disminuyen la cantidad de energía generada. La solución a esta limitante es almacenar el exceso de energía que se genera durante el día para poder usarse en la noche. Colocar baterías para almacenar energía solar como única fuente de respaldo actualmente no es viable económicamente para la mayoría de los usuarios, por ejemplo, se puede almacenar en baterías la energía requerida para un refrigerador y las luces, pero añadir el uso de todos los electrodomésticos y equipos de climatización eleva la cantidad de baterías y su precio a valores que muy pocos pueden permitirse pagar. Actualmente ya se desarrollan otras formas de almacenamiento como las baterías gravitatorias, que consiste en ocupar la energía solar para elevar grandes pesos o un fluido a una posición elevada, para luego con su descenso generar la energía en el momento que se necesite. Otro método en desarrollo es almacenamiento térmico en fluidos o sólidos, el mismo que consiste en calentar un fluido o elementos sólidos como la arena para después revertir el proceso generando electricidad. También se encuentra en experimentación la generación de hidrógeno mediante electrólisis del agua, para luego ser utilizado en celdas de combustible para generar electricidad. Con estos sistemas se espera disminuir el costo de almacenamiento para que sea factible garantizar la disponibilidad de energía a cualquier hora.

El principio del proceso fotovoltaico está basado en un material semiconductor, generalmente silicio, en el cual se emparejan los cristales con polos positivos y negativos dentro de un panel, con un recubrimiento cristalino que permite el paso de la luz solar, este ordenamiento genera un campo eléctrico, al incidir la radiación solar se produce la salida de electrones de los átomos positivos de silicio, al mismo tiempo que los fotones de luz compensan los huecos generados, este intercambio continuo en presencia del campo magnético genera una corriente eléctrica continua. (Cabezas Maslanczuk et al., 2018, 209-221)

Para los usos residenciales e industriales esta corriente debe transformarse en alterna,

por lo cual la instalación necesita uno o varios inversores de corriente, para el caso de usos de corriente continua como los sistemas automotrices, los sistemas pueden prescindir del inversor.

Un tema de permanente investigación en los últimos años es cómo mejorar la eficiencia de las células fotovoltaicas, la mayoría de los paneles comerciales actuales rondan una eficiencia del 20% por lo que queda todavía un amplio campo de mejora en este aspecto. Para lograr mejoras en la eficiencia se busca combinaciones de silicio con otros materiales o el uso de materiales cristalinos sintéticos. Uno de los materiales más prometedores es los perovskitas, cristales sintetizados que toman su nombre de un mineral con estructura similar descubierto en Rusia. Con el uso de perovskitas se ha logrado en laboratorio eficiencias superiores al 24%, lo que convierte a estos cristales en excelentes opciones para los paneles solares del futuro cercano (Minsu Jung, 2019).

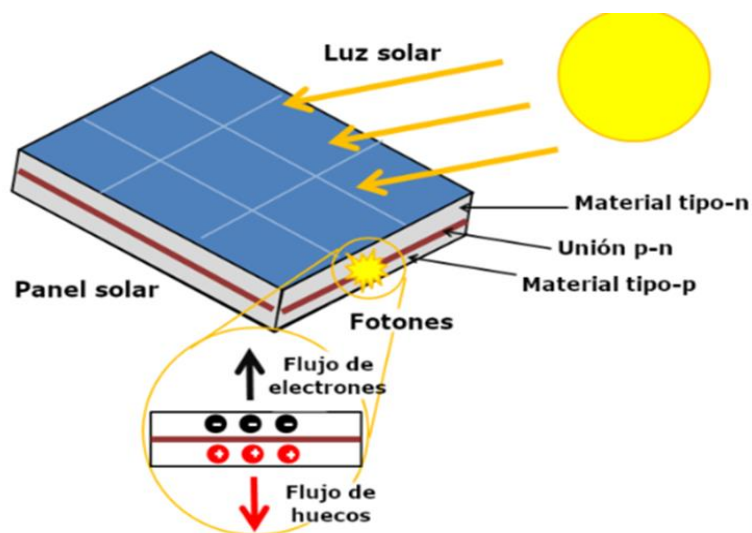
Tecnología de Paneles Fotovoltaicos

Funcionamiento de los paneles fotovoltaicos.

Dentro de un panel fotovoltaico, los cristales semiconductores presentes deben de tipo P y de tipo N. En el primer caso se añade a los cristales de silicio impurezas de galio, indio o boro lo que lo convierte en tipo P, con predominancia a ceder electrones, en el segundo caso se añade a los cristales impurezas de fósforo, arsénico o antimonio para que el cristal se convierta en tipo N, es decir con tendencia a captar electrones.

Figura 1

Diagrama del efecto fotovoltaico.



Nota. El efecto fotovoltaico es la generación de electricidad en una célula fotovoltaica cuando recibe luz solar. Tomada de “Células fotovoltaica” Energy Education, 2021, https://energyeducation.ca/es/Célula_fotovoltaica.

Al estar presentes dentro del panel los dos tipos de cristales se produce la aparición de un campo eléctrico, debido a la diferencia de potencial entre los 2 tipos de cristales. Al incidir los fotones de la luz solar sobre una unión PN, ocasionan que los electrones fluyan en el campo magnético, estos electrones son captados por placas metálicas en los extremos de la celda y luego se conectan a conductores eléctricos. El flujo de corriente se puede mantener en el circuito externo mientras dure la incidencia de fotones, es decir mientras el sol ilumine las celdas.

La corriente producida siempre es directa, al ser el producto del flujo de electrones entre polos positivo y negativo, por lo tanto, según el uso que quiera darse a esa energía se puede hacer sin ningún paso adicional como es el caso de cargar una batería, o se necesitará un paso adicional de inversión de corriente para que se convierta en corriente alterna, como es el caso del consumo comercial o doméstico.

Tipos de paneles fotovoltaicos.

Los paneles fotovoltaicos comerciales en la actualidad se producen casi en su totalidad de silicio, materiales diferentes tienen bajas producciones y los nuevos como el perovskita están limitados a cantidades experimentales.

Los paneles de silicio pueden ser monocristalinos, policristalinos y de silicio amorfo. Para obtener un panel monocristalino se parte de un bloque de silicio de donde se saca material de alta pureza, esto repercute en la alta eficiencia del panel, especialmente a altas temperaturas, pero como lado negativo tiene que su costo de producción es alto. En los paneles policristalinos se admiten mayores impurezas en el silicio lo que repercute en una menor eficiencia del panel, a cambio su costo de producción es más bajo. Los paneles de silicio amorfo se producen mediante el depósito de una capa de silicio sobre un material base como el vidrio, así mismo su eficiencia es menor a los paneles anteriores, lo cual compensan con su bajo costo.

Eficiencia y rendimiento de los paneles solares

Como ya se ha visto, la eficiencia de un panel solar varía de forma significativa dependiendo los materiales utilizados y el proceso de fabricación.

Los paneles monocristalinos se ubican en rangos de eficiencia del 17% al 23%, los paneles policristalinos se encuentran en valores de 13% al 17%, y los paneles de silicio amorfo del 6% al 10%. En el momento de elegir un panel la primera consideración debe ser la eficiencia, pero además existen otros factores como el precio y la disponibilidad de espacio.

Una instalación con paneles monocristalinos seguro dará buenos resultados, pero su costo de instalación puede resultar prohibitivo para muchos potenciales clientes, en el lado opuesto una instalación de silicio amorfo genera menos energía, pero la inversión inicial es más

alta.

El otro factor a considerar es el espacio, si se desea alimentar energía desde un espacio pequeño como el techo de un carro o una pequeña casa, la mejor opción vuelve a ser un panel de alta eficiencia, en cambio en instalaciones abiertas donde hay mucho espacio disponible, e incluso se quiera aprovechar la sombra de los paneles para ciertos cultivos, es lo deseable invertir en una opción que ofrezca mucha área por unidad monetaria invertida.

Aplicación Automotriz

Integración de paneles solares en vehículos eléctricos

Los paneles solares sobre vehículos tienen varios años desde que se vieron los primeros modelos, aunque su difusión no ha sido masiva.

Existen dos formas de implementar paneles solares a los vehículos, sea como única forma de abastecer de energía al vehículo, o como un sistema auxiliar para aumentar la autonomía de la batería. La principal limitante en cualquier caso es la pequeña área disponible del auto para ubicar los paneles, y dada la eficiencia actual de los paneles todavía les queda un camino por recorrer, el otro limitante inherente a cualquier panel solar es la disponibilidad intermitente del sol, ya sea en el ciclo día/noche o que el sitio donde se ubique el auto no reciba la luz del sol durante todas las horas de luz debido a las sombras.

En el primer caso, solamente se ha logrado construir vehículos experimentales muy ligeros y bajos que logran impulsarse únicamente con la corriente generada con sus paneles solares, y en el mejor de los casos incluyen una pequeña batería para acumular el exceso de energía producido. Este sistema todavía se encuentra muy lejos de brindar opciones útiles para una situación común de movilización de personas o carga, se ha restringido únicamente a prototipos de centros de desarrollo y universidades que los construyen para desarrollar la

tecnología.

En el segundo caso, son limitadas las marcas y modelos que usan o han usado paneles en los vehículos comerciales, su objetivo principal ha sido operar los elementos internos de la cabina como entretenimiento y climatización, y en ciertos casos aportar directamente energía a la batería principal, de cualquier forma, lo que se logra con este sistema es aumentar la autonomía de la batería principal, por tanto, se alarga el tiempo entre recargas. En modelos recientes se ha incorporado con cierto éxito paneles solares que, bajo ciertas condiciones, hacen que la visita al cargador sea muy esporádica o que logren cubrir toda la demanda de trayectos cortos, en todo caso los modelos son aún escasos y de precios altos, lo que indica que en un futuro cercano este sistema no se convierta en norma general y se limite a unos pocos modelos de la producción total de autos eléctricos.

Un factor adicional a considerar es si la electricidad que cargamos al auto desde la estación de carga es cero emisiones, este factor tiene un porcentaje variable desde cero hasta cien, y depende del país y región en que nos encontremos. Si la empresa eléctrica que nos suministra electricidad genera con fuentes renovables (eólica, solar, hidráulica) entonces la electricidad suministrada será cero emisiones, por otro lado, si la empresa genera parte o toda su electricidad con hidrocarburos y carbón, entonces la electricidad recibida en el auto eléctrico ya no sería cero emisiones. Una forma de asegurar que la electricidad recibida sea cero emisiones es que la estación de carga comercial o doméstica quede fuera de la red y se alimente solamente con fuentes renovables, como por ejemplo con paneles solares, aunque esta solución también encarece el costo inicial de la instalación. Bajo estas consideraciones adicionales se puede evaluar la pertinencia de añadir paneles solares directamente al vehículo, considerando tanto la inversión económica como la consideración ambiental.

Paneles solares en techos de automóviles

Como se había establecido previamente, una fuerte limitante para la colocación de paneles solares es el área disponible en el vehículo para la colocación de paneles solares. El plano superior de un vehículo tipo sedán consta del capot, el techo y la tapa del maletero, en los vehículos SUV sería el capote y el techo, en los pickups igualmente el capote y el techo sin tomar en cuenta la superficie de carga, y en los vehículos tipo VAN solamente el techo, pero con un área considerablemente mayor.

De lo expuesto, la mejor configuración para añadir paneles fotovoltaicos sería sobre una Van o furgoneta, debido a la forma de su techo y el área disponible. En una van de tamaño mediano, el área aproximada del techo es de unos 6 metros cuadrados, pudiendo superar los 7 metros cuadrados en modelos más grandes, por el contrario, el techo de un SUV tamaño medio tiene entre 3 y 4 metros cuadrados de superficie.

Figura 2

Diseño vehículo eléctrico.



Nota. Estructura de vehículo eléctrico moderno con avances tecnológicos. Tomada de “Construcción ligera” Aptera, s.f., <https://aptera.us/vehicle/>.

Paneles solares en carrocería y ventanas

Los recientes desarrollos de paneles solares flexibles o transparentes hacen posible que se pueda cubrir toda la superficie de un vehículo, incluido puertas y ventanas, esta implementación actualmente se encuentra en fase de desarrollo y actualmente no existen modelos comerciales que presenten estos paneles.

Adicional a la dificultad que puede llevar este tipo de instalaciones, también debe tomarse en cuenta el costo-beneficio de tal instalación, ya que los paneles laterales tienen menos exposición que el techo dependiendo de la posición del vehículo y la posición del sol.

Beneficios de Generación de Carga Fotovoltaica en Automóviles

Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

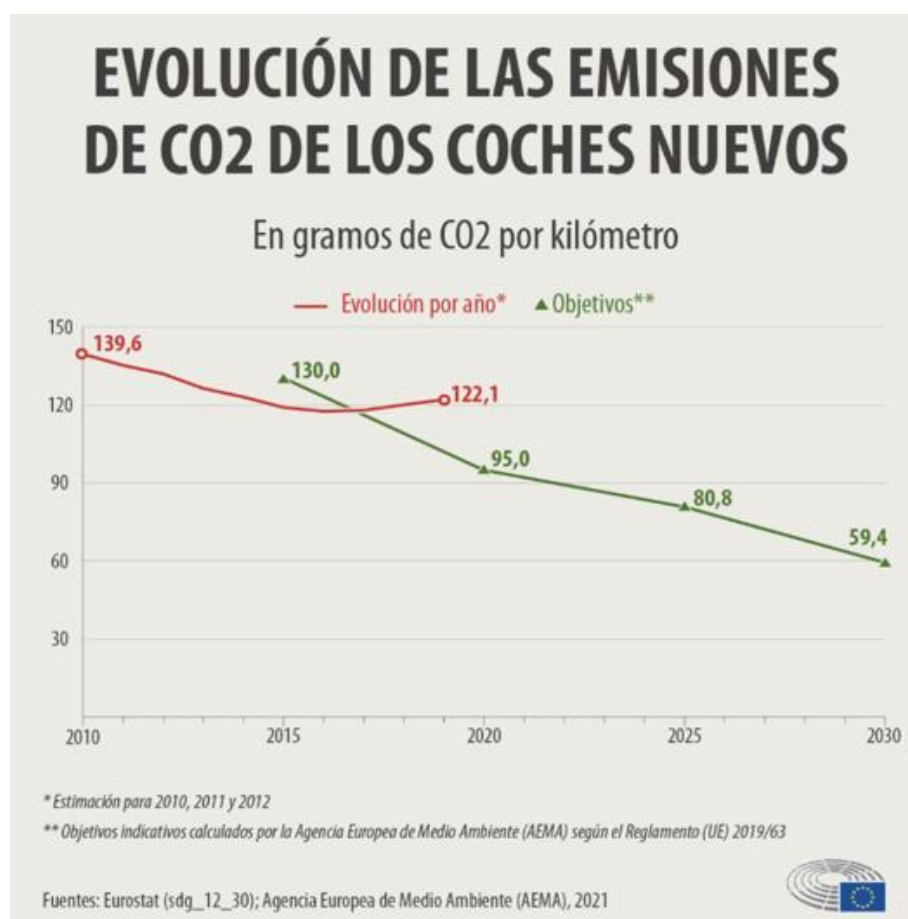
La reducción de emisión de gases de efecto invernadero como el CO₂, es una meta que muchos países han establecido como objetivo prioritario para detener el calentamiento global. De todas las fuentes de emisiones de este gas, la que causa mayor contaminación es el transporte en vehículos de combustibles fósiles, seguidos por el consumo de casas y comercios, la generación de electricidad, la industria y la agricultura. (Parlamento Europeo, 2022)

Dentro del sector transporte, los autos particulares aportan con el 66% del total de emisiones de este segmento, siendo el promedio de emisiones alrededor de 130 gramos de CO₂ por kilómetro recorrido, por tanto, todo avance en la reducción de emisiones de estos

vehículos causa un gran impacto en la reducción de emisiones. En la Unión Europea ya se estableció como límite el año 2035 para la venta de vehículos nuevos contaminantes, a partir de ese año todos los vehículos nuevos que se comercialicen en esa zona deberán ser cero emisiones. Actualmente en Ecuador no existe una legislación similar, pero no se excluye que en un futuro cercano se generen normas ambientales similares.

Figura 3

Emisión de gases contaminantes CO2.



Nota. Incremento de gases contaminantes de vehículos. Tomada de “Evolución de las emisiones de CO2 de los coches nuevos” Agencia Europea de Medio Ambiente, 2021, <https://www.eea.europa.eu/es>.

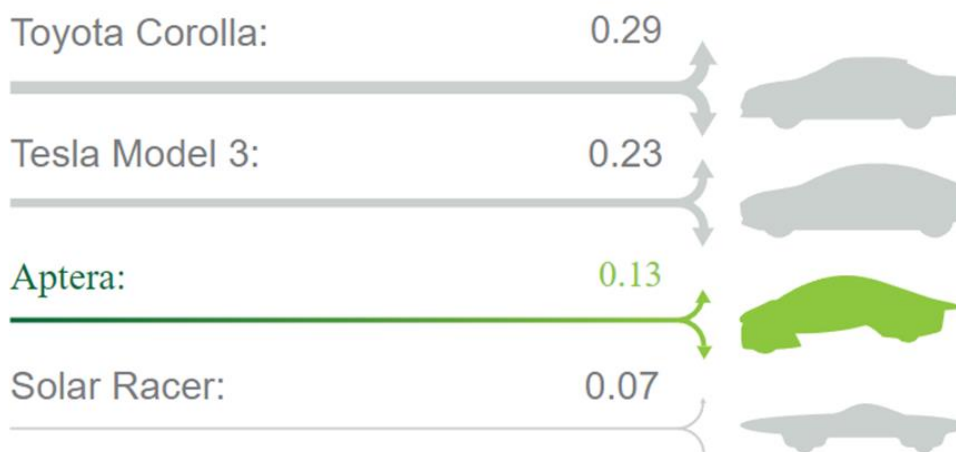
Ahorro de Combustible

Mientras existe la transición a vehículos con energías limpias, todavía se sigue desarrollando la disminución de emisiones de los vehículos con motores de combustión, tal es el caso de los vehículos híbridos, los cuales pueden reducir entre el 10 y el 25% de emisiones comparado con un automóvil tradicional. En un vehículo híbrido, se instala un sistema que recupera parte de la energía que el vehículo pierde al desacelerar y frenar, esta energía se almacena temporalmente en una batería para posteriormente ser alimentada a un motor eléctrico, mismo que puede estar en serie o paralelo al motor de combustión. Todo este proceso logra un consumo inferior de combustible por kilómetro recorrido, logrando la disminución de emisiones.

Una variante de los vehículos híbridos tradicionales son los híbridos enchufables, los cuales se parecen a los eléctricos en que su batería se recarga mediante una toma eléctrica, pero aún mantienen un motor térmico y un depósito de combustible para extender la autonomía puramente eléctrica. La batería es más pequeña que la de un eléctrico puro, por lo cual la autonomía cero emisiones es más baja, con esta configuración el grado de emisiones depende de los trayectos del usuario y la disponibilidad de estaciones de carga, para trayectos urbanos con recargas frecuentes el motor de combustión no será necesario, quedando su uso solamente para trayectos muy largos o para completar el desplazamiento hasta un punto de carga. Su ventaja evidente es que fuera de la red de estaciones de carga puede moverse exclusivamente con el motor de combustión, recargando el combustible en cualquier estación tradicional.

Figura 4

Prototipos de vehículos eléctricos.



Nota. Desarrollo de nuevos prototipos para vehículos eléctricos. Tomada de “Construcción ligera” Aptera, s.f., <https://aptera.us/vehicle/>.

Conversión de energía

La conversión de energía es la cantidad de energía requerida para mover el vehículo con respecto al total de la energía disponible, ya sea en combustible o electricidad. En los vehículos de combustión solamente del 12% al 30% de la energía del combustible se usa para mover el carro, el resto son pérdidas de calor en el motor o para energizar accesorios (EPA, 2022). En el caso de los vehículos híbridos el aprovechamiento del combustible sube a valores entre 25% y 40%, dependiendo del modelo y estilo de manejo. Finalmente, los vehículos eléctricos aprovechan entre el 74% y 94% de la energía disponible para mover el vehículo, convirtiéndose claramente en el sistema más eficiente para aprovechar la energía disponible.

Aumento de la Autonomía del Vehículo

Para que un determinado vehículo aumente su autonomía, el camino más expedito es añadirle capacidad de almacenamiento de energía, sea aumentando el volumen del depósito

de combustible o el tamaño de la batería. Estas soluciones si bien en teoría son efectivas, tienen sus efectos negativos, por un lado, el volumen añadido resta espacio de los pasajeros o la carga, y por otro el peso añadido hace que aumente el consumo de combustible y disminuya la maniobrabilidad del auto.

Teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas, las opciones restantes son la reducción del peso o la mejora del coeficiente aerodinámico, pero estas son decisiones que mayormente se toman en las etapas de diseño, entonces en un carro terminado poco se puede hacer en esos apartados.

El recurso restante es añadir energía sin afectar significativamente el peso ni disminuir el volumen disponible, esto se puede lograr mediante la adición de paneles fotovoltaicos a la carrocería, los mismos que, según la necesidad del usuario, pueden cubrir hasta el 100% de la energía requerida para mover el vehículo.

Energía Auxiliar y Carga de Batería

Los paneles solares deben quedar integrados con el vehículo de tal manera que la recarga de la batería pueda realizarse tanto con el vehículo parado como en movimiento, para aprovechar al máximo la exposición al sol. Actualmente se encuentran en fase de reserva unos pocos vehículos que incorporarán paneles solares como extensores de energía, entre los que podemos citar el Lighyear 0, el Aptera y el XBus, los mismos que prometen autonomías entre 40 y 70 km diarios exclusivamente con la carga de sus paneles solares, obviamente con un tiempo suficiente de exposición al sol.

Un propietario promedio de vehículo recorre unos 40 km al día, por lo que en condiciones ideales estos vehículos no necesitarían de recargarse en un tomacorriente, en todo caso sus visitas a la estación de carga serán mucho menos frecuentes que un vehículo

eléctrico convencional, queda por determinar la amortización del costo extra que supone este sistema.

Capítulo III

Implementación Del Sistema de Generación de Carga Mediante el Uso de Paneles Fotovoltaicos

Selección del Sistema de Carga

A continuación, se procede a detallar los componentes que conforman el sistema de carga mediante paneles fotovoltaicos y consecuentemente la selección de aquellos más adecuados a lo que requiere el proyecto para su posterior implementación.

Tabla 1

Componentes del sistema de carga.

Sistema de Carga	Sistema de control
Panel Fotovoltaico Semiflexible	Controlador elevador de tensión
Baterías	

Nota. En la tabla se presentan los componentes del Sistema de carga mediante energía solar.

Selección del Panel Fotovoltaico

Al estar el prototipo terminado con respecto al potencial eléctrico y sistema de transmisión procedemos a realizar la selección de componentes necesarios para la carga mediante energía solar. Es notorio el debido uso de un panel fotovoltaico para poder tomar la energía solar, por lo cual se necesita uno que no afecte o modifique la estructura.

Panel semi flexible

Conforme a la forma del techo del buggy se tomó la decisión de colocar un panel solar silicio monocristalino semi flexible TOPSFS-100B-DW de 100 W que permita estabilidad del mismo sin afectar de manera significativa la aerodinámica del vehículo con modificaciones relevantes.

Figura 5

Panel Semi Flexible Monocristalino.



Nota. En la figura 5 se observa el panel semiflexible que se implementará en el techo del buggy.

El panel semiflexible tiene unas dimensiones de 1085 x 520 x 0,1 pulgadas, un peso de 3,97 libras con una alta eficiencia y un estilo moderno.

El tipo de conector es un MC4, el voltaje máximo de entrada es de 12 a 24,5 voltios y de salida una potencia de 100 vatios.

Instalación del panel semi flexible

Realizamos diversos agujeros mediante taladro en los tubos de la estructura, conforme a eso con cuidado colocamos con los seguros del panel, cada seguro lo apretamos con cuidado, verificamos su sostenibilidad y apartamos los cables necesarios para la conexión con

el controlador.

Figura 6

Instalación de panel semi flexible



Nota. En la figura 6 se observa el panel semiflexible ya colocado mediante seguros en el techo del buggy.

Selección del Controlador

Se determina el uso de un controlador encargado en los diagnósticos y lecturas de magnitudes recibidas por el panel solar, así como también inversor permitiendo tanto la subida de tensión y cambio de CA a CC.

Controlador.

Por la eficiencia y tecnología del controlador modelo MPT-7210A mostrado en la figura se tomó la decisión de implementarlo en el sistema de carga. Pues este dispositivo fue fabricado con el objetivo de funcionar como componente esencial del sistema de carga al elevar la tensión suministrada por el panel solar en este caso a un voltaje máximo de 87.6V.

Figura 7

Controlador en funcionamiento



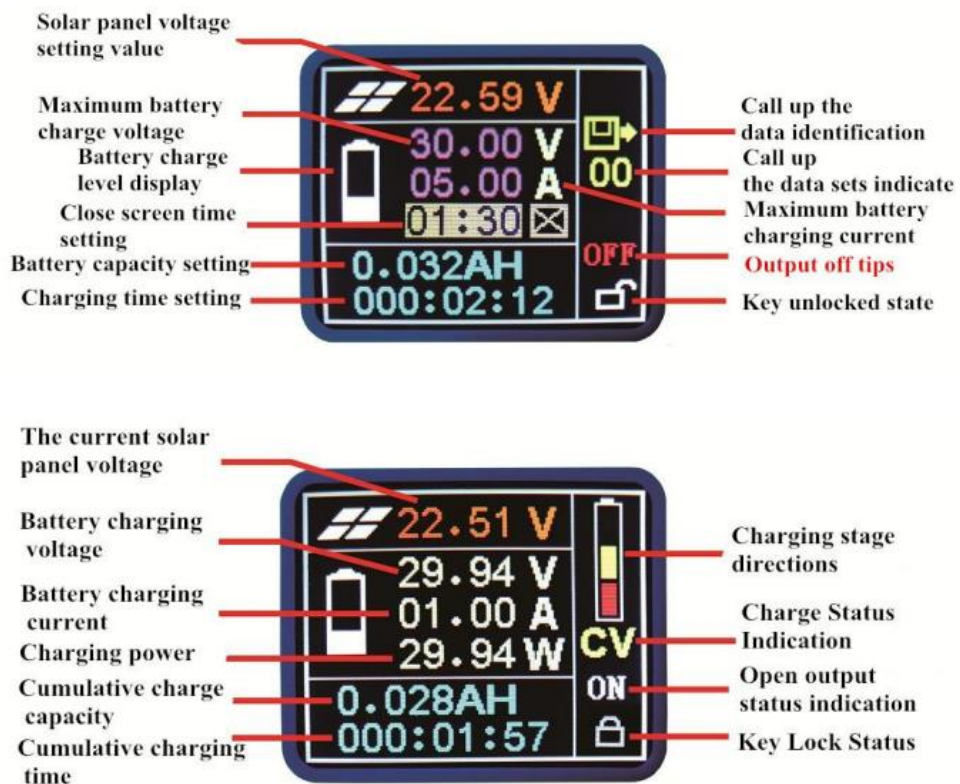
Nota. En la figura se observa el controlador encendido, sus escalas de medida y mandos.

Descripción display del controlador

El display consta y muestra ciertos parámetros de carga tanto en encendido, configuración y funcionamiento.

Figura 8

Descripción del display del controlador



Nota. En la figura se observa las especificaciones del display del controlador. Tomada de “MPT-7210A” MSC,2018, https://drive.google.com/file/d/0B0YFKHja1GO1YXptR3Y5U3hYWVvk/view?resourcekey=0-TIXPXKayh5ALkz6hZ8T_wg

Instalación del controlador.

Verificamos la funcionalidad del controlador y lo ubicamos en una zona estratégica ante vibraciones y tensiones del cable conforme se haga la conexión del mismo con los paneles solares y baterías.

Figura 9

Instalación del Controlador



Nota. En la figura se observa el controlador encendido y colocado en el piso bajo el asiento del buggy.

Baterías

Se opta por el uso de baterías las mismas instaladas para la alimentación del motor eléctrico del prototipo con cierta configuración en serie mediante platinas de cobre permitiendo la conexión al controlador.

Figura 10

Pack de baterías en serie.



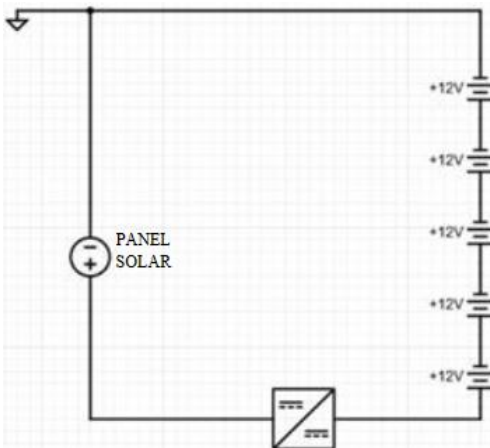
Nota. En la figura se observa las 24 baterías conectadas en serie mediante platinas de cobre con dos bornes libres en la parte izquierda para el controlador.

Esquema de Conexión Del Sistema Fotovoltaico

Para evitar errores que lleguen a cortocircuitos revisamos un esquema en donde se haya verificado la funcionalidad de los paneles solares con respecto a las baterías, permitiendo una mejor manera la comprensión del sistema de carga.

Figura 11

Esquema de conexión de paneles solares y controlador.



Nota. Diagrama de conexión paneles y controlador con baterías en serie. Tomada de “Incremento de Autonomía de un vehículo eléctrico Dayang CHOK-S mediante paneles solares” Reinoso Luis, Ortega Juan. <https://novasineria.unach.edu.ec>

Instalación Del Sistema de Carga Fotovoltaico

Ya concluido la selección de componentes y simulación del sistema de carga comenzamos a realizar la instalación de la conexión entre los paneles, controlador y baterías.

Conforme a indicaciones de instalación del fabricante conectamos el panel solar ubicado en la parte del techo, al controlador en la parte baja.

Los bornes del conector MC4 tienen dos polaridades: Positivo y Negativo. Agregamos y extendemos el cable de fábrica mediante cable número 12 con terminales aislados de tipo uña que tengan facilidad de conexión con los bornes del controlador, el mismo posteriormente tendrá recubrimiento de seguridad mediante manguera corrugada.

Figura 12

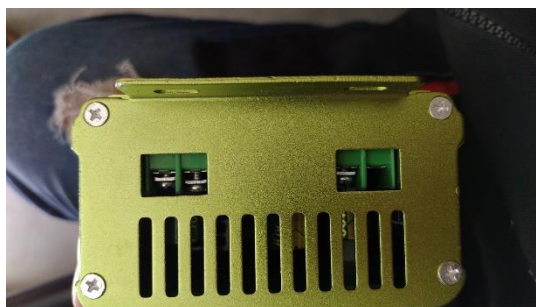
Señal de bornes del Controlador



Nota. En la figura se observa la señalización correcta de conexión de los cables del sistema de carga en el controlador.

Figura 13

Bornes del Controlador



Nota. En la figura se observa los bornes mediante ajuste de tornillo del controlador.

Figura 14

Conexión del Controlador Bornes del Panel Solar



Nota. En la figura se observa ya conectados los bornes del panel solar mediante cable número 12 y terminal de tipo uña.

Figura 15

Conexión del Controlador Bornes de carga de baterías



Nota. En la figura se observa ya conectados los bornes referentes a la carga tanto del controlador como baterías.

Figura 16

Instalación de un interruptor de dos posiciones



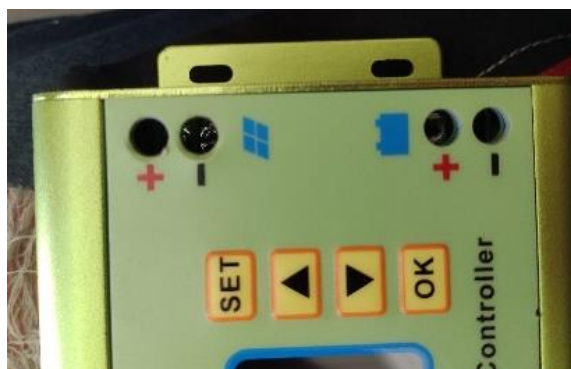
Nota. En la figura se observa el interruptor que permitirá la conexión y desconexión del circuito de carga a las baterías.

Configuración del Controlador

Mediante los mandos configuramos los parámetros de carga con especificaciones de nuestras baterías para la obtención de voltaje necesarios para su correcto funcionamiento.

Figura 17

Mandos del controlador

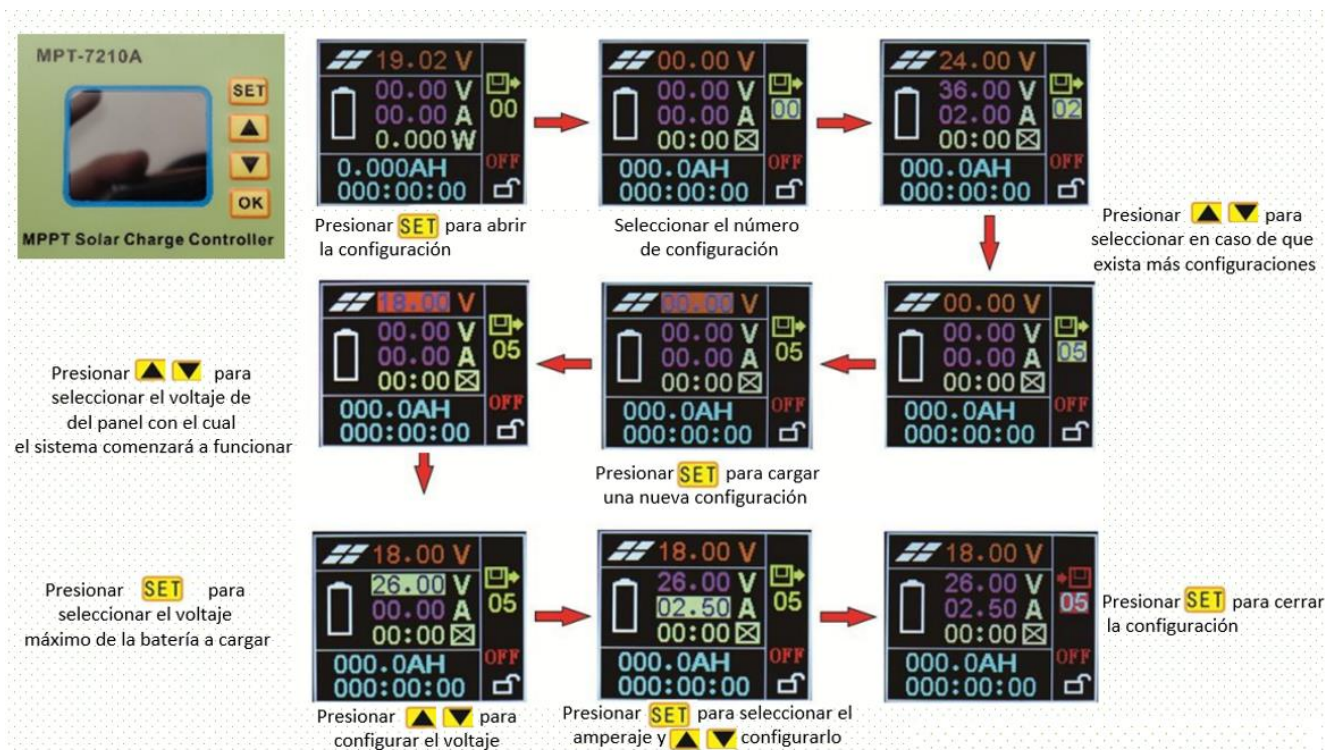


Nota. En la figura se observa los mandos del controlador.

Para realizar una buena configuración realizamos el siguiente procedimiento

Figura 18

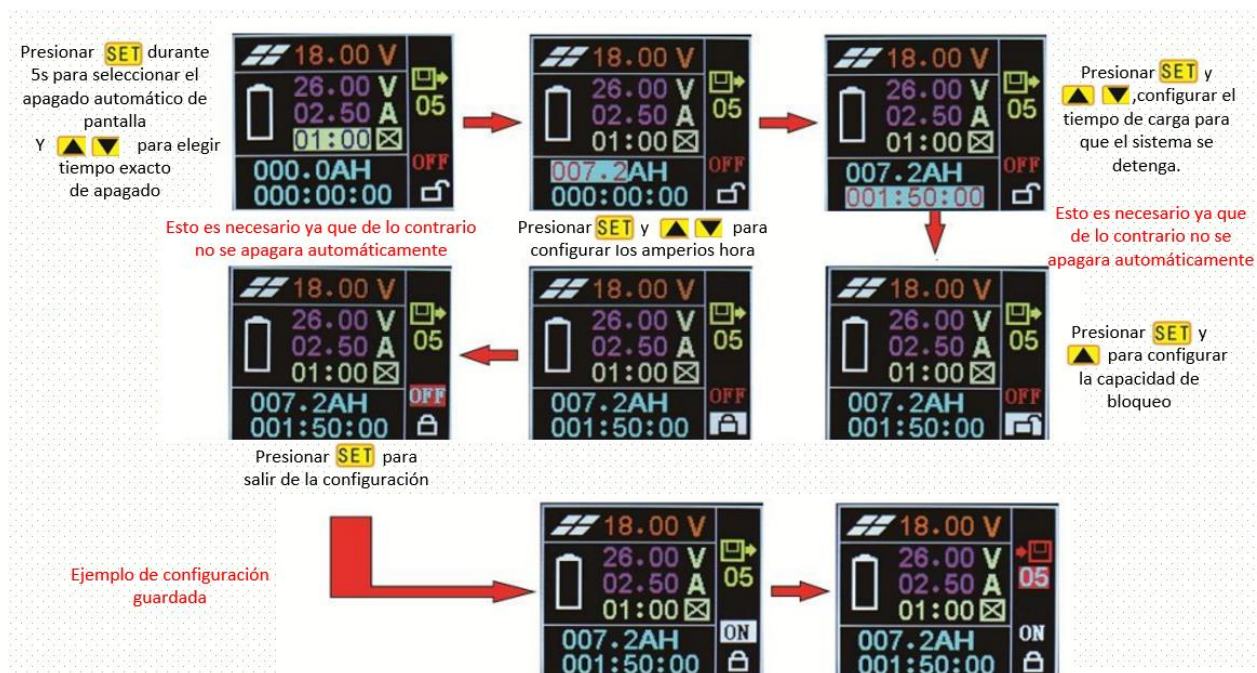
Proceso inicial de configuración del controlador



Nota. En la figura se observa el proceso inicial de configuración del controlador.

Figura 19

Proceso final de configuración del controlador



Nota. En la figura se observa el proceso final de configuración del controlador.

Figura 20

Configuración del controlador



Nota. En la figura se observa la configuración con los parámetros requeridos para la carga de las baterías.

Por consiguiente, conectar los cables de conexión que van desde el controlador a los

polos de las baterías.

Figura 21

Conexión de bornes de carga a la batería



Nota. En la figura se observa la conexión de los bornes de carga a la batería mediante terminales de tipo anillo.

Finalmente verificamos la funcionalidad de la conexión encendiendo el circuito, activando el interruptor y ubicando al vehículo en un lugar con espacio para suficiente iluminación solar.

Figura 22

Vehículo colocado en un lugar con suficiente iluminación solar



Nota. En la figura se observa al vehículo recibiendo luz solar que permitirá la carga correcta.

Revisamos los valores que nos muestra en el display del controlador y concluye la instalación.

Capítulo IV

Aplicación Práctica

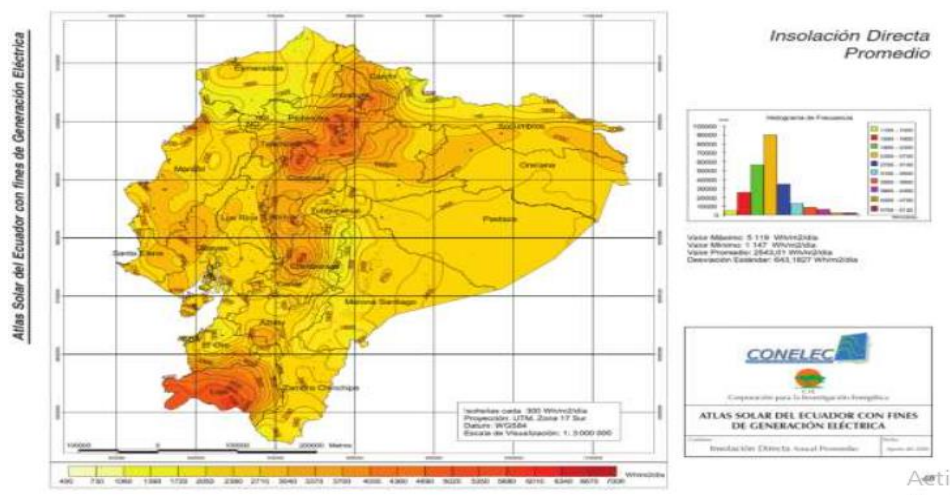
Variabilidad y disponibilidad de la radiación solar

La variabilidad y disponibilidad de la radiación solar para un vehículo eléctrico dependen de varios factores, incluyendo la ubicación geográfica, la época del año, las condiciones climáticas y la eficiencia del sistema de captación de energía solar. Por lo cual, su funcionamiento llega a variar por razones que no se pueden determinar de manera humana.

La cantidad de radiación solar disponible varía significativamente según la ubicación geográfica. Las regiones más cercanas al Ecuador tienden a recibir más radiación solar durante todo el año en comparación con las regiones más alejadas del Ecuador. Por ejemplo, áreas cercanas al Ecuador, como partes de América del Sur o África, suelen recibir más luz solar que áreas más al norte o al sur.

Figura 23

Radiación solar en Ecuador.



Nota. Las zonas con más potencial solar se encuentran ubicadas en la sierra ecuatoriana.

Tomada de “Insolación promedio directa” IGGE, 2018, <https://www.geoenergia.gob.ec/el-instituto>.

Además, se posee una ventaja natural por realizar el proyecto en la sierra ecuatoriana. La cantidad de radiación solar también varía a lo largo del año debido a la inclinación del eje de la Tierra. Los días son más largos y la radiación solar es más intensa en el verano que en el invierno en la mayoría de las regiones. Esto puede afectar la cantidad de energía solar que un vehículo eléctrico puede captar en diferentes estaciones. (Inca Yajamín et al., 2023, 17)

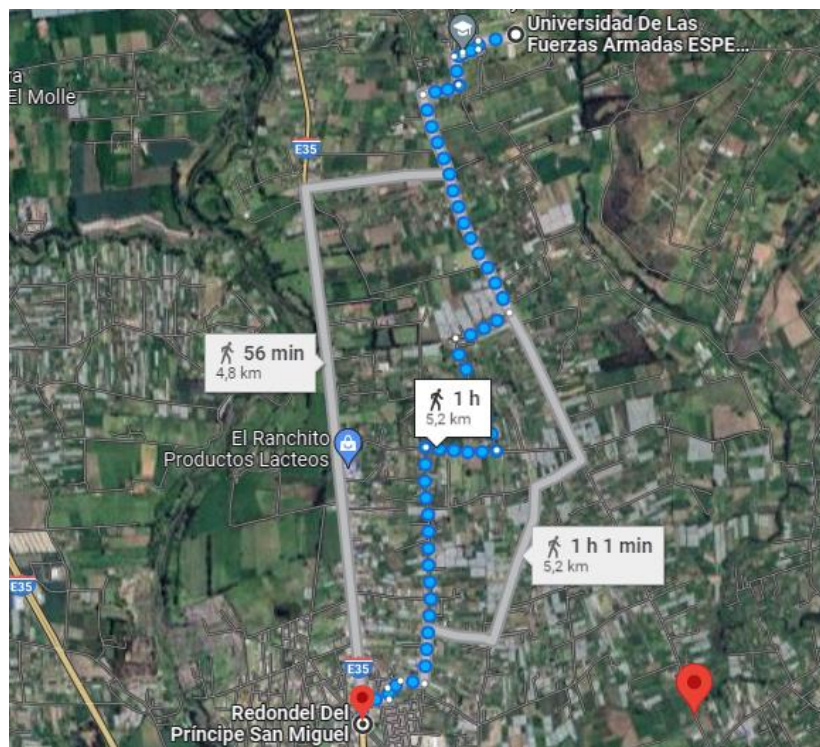
Por otro lado, las condiciones climáticas, como la nubosidad y la lluvia, pueden afectar la disponibilidad de radiación solar. Los días nublados o lluviosos reducen la cantidad de energía solar que llega a los paneles solares, lo que disminuye la eficiencia del sistema.

Generalmente, la forma en que los paneles solares están orientados y el ángulo en el que se instalan también son importantes. Los paneles solares suelen instalarse en el techo de un vehículo o en una estructura de carga solar. La inclinación y la orientación adecuadas pueden maximizar la captación de energía solar. Además de llegar a afectar a la eficiencia, ya que la conversión de los paneles solares y del sistema de carga también es un factor clave. Los avances en la tecnología de paneles solares y la electrónica de carga han mejorado la eficiencia con el tiempo. (Inca Yajamín et al., 2023, 17)

En resumen, la variabilidad y disponibilidad de la radiación solar para un vehículo eléctrico dependen de una serie de factores geográficos, climáticos y tecnológicos. Antes de utilizar la energía solar para cargar un vehículo eléctrico, es importante realizar un análisis de viabilidad para determinar si es una opción práctica en una ubicación y condiciones dadas.

Figura 24

Ruta de prueba seleccionada por estudiantes.



Nota. Ruta de prueba de 10,4 Km para prototipo del proyecto. Tomada de Google Maps (2023).

Se estima que, en promedio, un panel solar puede captar alrededor de 4-5 horas equivalentes de sol al día. Esto significa que, durante un día soleado, un panel solar de 10 kW podría recibir alrededor de 40 a 50 kWh (kilovatios-hora) de energía solar. Esta es una estimación aproximada y la cantidad real de radiación solar recibida puede variar.

Es importante recordar que la radiación solar en Latacunga puede variar según la época del año y las condiciones climáticas. Durante la temporada de lluvias, la radiación solar puede ser menor, mientras que, en la temporada seca, suele ser más alta.

Tabla 2

Prueba de ruta y carga de baterías

Día de prueba

Carga de baterías en condiciones
ambientales diferentes

25 de julio de 2023

Día soleado, sin presencia de nubosidad. Carga completa y prueba de ruta realizada. Voltaje de baterías a 83,7 v.

Día soleado, sin presencia de nubosidad. Carga completa y sin prueba de ruta realizada. Voltaje de baterías a 85,6 v.

1 de agosto de 2023

Día soleado, con presencia de nubosidad. Carga completa y prueba de ruta realizada. Voltaje de baterías a 82,4 v.

Día soleado, con presencia de nubosidad. Carga completa y sin prueba de ruta realizada. Voltaje de baterías a 84,2 v.

8 de agosto de 2023

Día lluvioso, con presencia de nubosidad. Carga completa y prueba de ruta realizada. Voltaje de baterías a 78,3 v.

Día lluvioso, con presencia de nubosidad. Carga completa y sin prueba de ruta realizada. Voltaje de baterías a 81,2 v.

Dia de prueba	Carga de baterías en condiciones ambientales diferentes
15 de agosto de 2023	Día soleado, sin presencia de nubosidad. Carga completa y prueba de ruta realizada. Voltaje de baterías a 84,1 v.
	Día soleado, con presencia de nubosidad. Carga completa y sin prueba de ruta realizada. Voltaje de baterías a 85,3 v.

Nota. En la tabla se presentan los días en el que se realizaron las pruebas de ruta, diferentes condiciones ambientales.

Eficiencia de carga y almacenamiento de energía

El tiempo necesario para cargar una batería de 72V y 32Ah utilizando paneles solares de 10kW depende de varios factores, incluyendo la intensidad de la radiación solar, la eficiencia del sistema de carga y la capacidad de la batería. Para calcular el tiempo de carga aproximado, puedes utilizar la siguiente fórmula (Tiempo de carga $h = \text{Capacidad de la batería } Ah / \text{Corriente de carga } A$)

Primero, se debe asegurar de convertir la potencia de los paneles solares (10kW) en corriente de carga. Se puede utilizar la siguiente fórmula (Corriente de carga $A = \text{Potencia de los paneles solares } W / \text{Voltaje de la batería } V$)

En este caso, la corriente de carga sería:

$$\text{Corriente de carga} = 10,000\text{W} / 72\text{V} = 138.89\text{A} \quad (1)$$

Con el resultado de la fórmula (1) se puede utilizar esta corriente de carga en la fórmula original para calcular el tiempo de carga:

$$\text{Tiempo de carga (horas)} = 32\text{Ah} / 138.89\text{A} \approx 0.23 \text{ horas} \quad (2)$$

Gracias al resultado de la fórmula (2), con un sistema de paneles solares de 10kW y asumiendo una radiación solar constante y óptima, tomaría aproximadamente 0.23 horas (aproximadamente 14 minutos) cargar completamente una batería de 72V y 32Ah.

Es importante destacar que esta es una estimación teórica basada en condiciones ideales de radiación solar constante y máxima eficiencia de carga. En la práctica, las condiciones reales pueden variar debido a la variabilidad en la radiación solar, la eficiencia del sistema y otros factores ambientales.

Dispositivos alimentados por energía solar

Para cargar una batería de 72V y 30Ah con un panel solar de 10kW, es importante tener en cuenta que el voltaje de carga no es necesariamente igual al voltaje de la batería. El voltaje de carga dependerá del tipo de carga y del sistema de carga utilizado.

En el caso de una batería de 72V, generalmente se carga utilizando un controlador de carga que regula el voltaje de entrada desde el panel solar para asegurar una carga segura y

eficiente. La tensión de carga suele ser superior al voltaje nominal de la batería para garantizar que la batería se cargue adecuadamente.

La tensión de carga óptima para una batería de 72V podría ser, por ejemplo, 80-90V o más, dependiendo del tipo de batería y del controlador de carga utilizado. El controlador de carga ajusta la tensión de entrada del panel solar para asegurar que la batería reciba la corriente adecuada y se cargue correctamente sin sobrecargarla ni dañarla.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- El uso de los paneles solares en el proyecto de tesis logró demostrar la posibilidad de incrementar una carga diferente y amigable con el medio ambiente de un VE mediante este sistema fotovoltaico, siendo así un factor favorable para ser tomado en cuenta en el Ecuador permitiendo hacer mejor aprovechamiento de esta energía.
- Las diferentes pruebas se realizaron en tres maneras distintas, los días soleados fueron 4 donde la eficiencia de los paneles fue sustentable, llegando a niveles positivos de carga de 33.40%.
- El estar en una zona geográfica central como el país de Ecuador, ayuda con respecto a la radiación en días soleados pues es de tipo directa por lo cual se obtiene un máximo provecho y potencial de la misma de tal manera que la obtención de resultados logra ser muy satisfactorios.

Recomendaciones

- El realizar un proyecto destinado a la obtención de energía solar cuenta con ciertas desventajas, no logra llegar a su verdadero propósito, el de sacar todo el provecho posible de la misma. Esto se debe a ciertos retrasos en la tecnología implementada en la misma, y un alto costo de fabricación.
- Para el uso de paneles solares y obtención de mejores resultados satisfactorios se debe tomar en cuenta el factor del clima, pues dependiendo de esto no llega a cumplir verdaderamente con su propósito el sistema de carga.
- Investigar nuevas tecnologías aplicadas al campo de la energía solar, que permitan la mejor obtención de energía por medio de ángulos de captación de sol y elemento o material con mejores capacidades para la obtención de energía.

Bibliografía

- Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). (2021). Average CO₂ emissions of pools of car manufacturers [Figura]. Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).
<https://www.eea.europa.eu/es>
- Álvarez Veintimilla, C. E., & Carrera Tapia, R. D. (2015). Artículo Científico-Diseño, construcción e implementación de un sistema de dirección asistida hidráulicamente a las cuatro ruedas de un vehículo automotor.
- Álvarez, K. (2023, May 3). Alcances Y Limitaciones De Un Proyecto Con Ejemplos. Edworking. Retrieved August 23, 2023, from <https://edworking.com/es/blog/startups/alcances-y-limitaciones-de-un-proyecto-con-ejemplos>
- APTERA. (s. f.). Vehicle [Figura]. Aptera. <https://aptera.us/vehicle/>
- Barragán, S. M. T., Chiriboga, W. H. T., & Tapia, R. D. C. (2022). Gamificación en el proceso de lectoescritura. Revista Científica y Tecnológica VICTEC, 3(5), 1-18.
- Bustillos, D. (2022). MAGNETIC PARTICLES IN FERROMAGNETIC MATERIALS USED IN HEAVY DUTY TRUCKS. REVISTA MULTIDISCIPLINARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO, TECNOLÓGICO, EMPRESARIAL Y HUMANISTA., 4(1), 4-4.
- Cabezas Maslanczuk, M. D., Franco Brazes, J. I., & Fasali Tolosa, H. J. (2018). Diseño y evaluación de un panel solar fotovoltaico y térmico para poblaciones dispersas en regiones de gran amplitud térmica. Ingeniería, investigación y tecnología, 19(2).
<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2018.19n2.018>
- Energy Education. (2021, Diciembre 17). Célula fotovoltaica [Figura]. Energy Education.
https://energyeducation.ca/es/Célula_fotovoltaica
- EPA. (2022). A dónde va la energía: vehículos de gasolina. Obtenido de

<https://www.fueleconomy.gov/feg/esatv.shtml#:~:text=Solo%20del%2012%25%E2%80%93%25,dependiendo%20del%20ciclo%20de%20manejo.>

Fajardo, M., Isaías, J., & Naranjo Arredondo, J. M. Implementación un sistema de dirección electrohidráulica en el eje posterior para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L.

Feng, H. (2012). Harnessing the Sun: Embarking on Humanity's Next Giant Leap. Online Journal of Space Communication.

Feng, H. (2012). Harnessing the Sun: Embarking on Humanity's Next Giant Leap. Online Journal of Space Communication, 2. Retrieved from <https://ohioopen.library.ohio.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1394&context=spacejournal>

Inca Yajamín, G. S., Cabrera Carrión, D. F., Villalta Gualán, D. F., Bautista Zurita, R. C., & Cabrera Carrion, H. D. (2023, 7 14). Evaluación de la actualidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador: avances, desafíos y perspectivas. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 7(3), 17. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6835

Jorque, A., Arias, X., & Carrera, R. (2023). Protección anticorrosiva de materiales en aplicaciones automotrices e industriales: Revisión. Investigación Tecnológica IST Central Técnico, 5(1).

Jorque, A., Fernández, C., Arias, X., & Carrera, R. (2022). Modelo para calcular el coeficiente de fricción estático y dinámico de materiales. Investigación Tecnológica IST Central Técnico, 4(2).

Minsu Jung, S.-G. J. (2019, 03 01). Perovskite precursor solution chemistry: from fundamentals to photovoltaic applications. Chem. Soc. Rev. (48), 2011-2038. Retrieved from <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/xx/c8cs00656c/unauth>

MSC. (03 de Febrero de 2018). *MPT'7210A Solar Controller*. Recuperado el 23 de Agosto de 2023, de https://drive.google.com/file/d/0B0YFKHja1GO1YXptR3Y5U3hYWVvk/view?resourcekey=0-TIXPXKayh5ALkz6hZ8T_wg

Naciones Unidas. (2022, mayo 22). Energías renovables: energías para un futuro más seguro. Retrieved from <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy#:~:text=Los%20combustibles%20f%C3%B3siles%20dan%20cuenta,de%20fuentes%20de%20energ%C3%ADa%20renovables>.

Naciones Unidas. (n.d.). Acción por el clima. Retrieved from Energías renovables: energías para un futuro más seguro: <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy#:~:text=Los%20combustibles%20f%C3%B3siles%20dan%20cuenta,de%20fuentes%20de%20energ%C3%ADa%20renovables>.

Ola Daquilema, L. M., & Salas Calva, J. A. (2020). Problemática. In *Diseño e implementación de un sistema de generación fotovoltaico conexión a red con almacenamiento para el laboratorio de fuentes alternativas de energía de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga*. (pp. 22 - 25). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga. Carrera de Ingeniería Electromecánica. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/22774>

Parlamento Europeo. (14 de junio de 2022). Emisiones de CO2 de los coches, hechos y cifras. Obtenido de <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20190313STO31218/emision-es-de-co2-de-los-coches-hechos-y-cifras-infografia>

Pérez Darquea, D. G. (2018, Marzo 7). Estudio de emisiones contaminantes utilizando

combustibles locales. Revista INNOVA, 3(3), 12.

<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n3.2018.635>

Ramírez Agudo, M. Á. (2019). Energía solar fotovoltaica (S.L. ed.). Editorial Elearning.

<https://books.google.es/books?id=a3bIDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Tapia, R. D. C., Vargas, L. V. G., & Barragán, S. M. T. (2022). Efecto de las estrategias

virtuales en enseñanza-aprendizaje en nivel Tecnológico Superior. Revista Científica y Tecnológica VICTEC, 3(5), 29-45.

Anexos