



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CARGA MEDIANTE CELDAS FOTOVOLTAICAS
PARA UN VEHÍCULO BUGGY PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE**

Autor: Loor Jacome, David Alexander

Director: Ing. Sánchez Mosquera, Carlos Rafael

2022

Latacunga



Antecedentes

Un vehículo solar es un vehículo propulsado por un motor eléctrico alimentado por energía solar obtenida de paneles solares en la superficie del automóvil.



La mejor opción para cargar las baterías en un vehículo ligero de manera totalmente limpia y no contaminantes como los combustibles y fósiles es a través de paneles fotovoltaicos.

Tomado de (GUTIÉRREZ, 2009)

En la actualidad se busca nuevas formas para disminuir los contaminantes excedentes por lo que se ha optado por nuevas tendencias como es la propulsión eléctrica sea parcial o total, estas propulsiones son alimentadas por baterías que a su vez en este proyecto se optó por buscar energías renovables para una mayor autonomía de las baterías en el transcurso del recorrido en vehículos ligeros buscando un método más ecológico y eficiente para este tipo de propulsión eléctrica.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema de carga mediante celdas fotovoltaicas para un vehículo buggy para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Objetivos Específicos

Recopilar información sobre las ventajas de la aplicación de energías renovables.

Reunir información mediante fuentes bibliográficas sobre los principios de funcionamiento de los paneles fotovoltaicos.

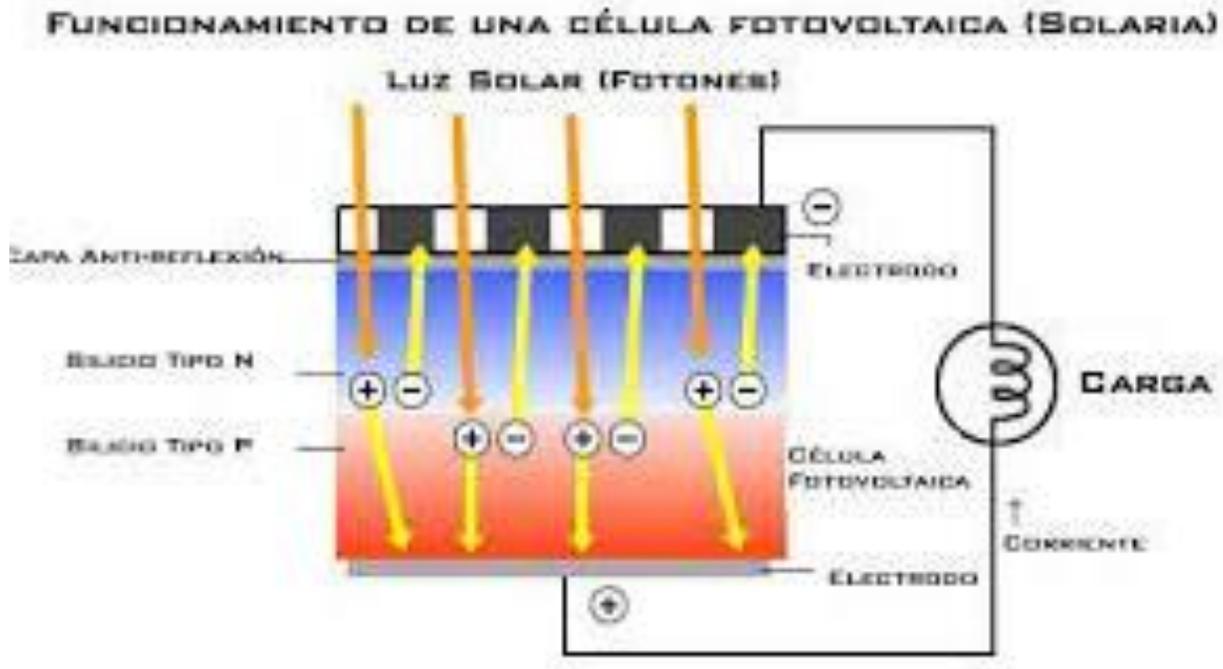
Instalar el sistema de alimentación por celdas fotovoltaicas tomando en cuenta componentes de almacenamiento y control.



Marco Teórico

Energía Solar Fotovoltaica

Esta energía consiste en la transformación directa de la radiación solar en energía eléctrica. Debido a las propiedades de materiales semiconductores mediante las células fotovoltaicas en la mayoría se usa el silicio.



La celda solar, es un instrumento que convierte la energía solar en electricidad, produciendo un voltaje de alrededor de 0.5V a 0.8V

Actualmente, el silicio es material base, dotado de fósforo y boro subdividido en dos capas con diferentes propiedades eléctricas (n-p).

Las células solares consisten en capas tipo n llamadas electrones libres y capas más gruesas de material de tipo p llamadas agujeros disponibles, que cuando se combinan crean un campo eléctrico.

Tomado de Guerrero, J. N. *Diseño de un Sistema Regenerativo de Carga de Baterías Con Paneles Solares*



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Tipos de células fotovoltaicas en base a su estructura interna

Esta conformada por una delgada lámina de material semiconductor, según su fabricación.

Monocristalinos

Rentabilidad de producción de energía hasta 15-17%

Policristalinos

Rentabilidad de producción de energía hasta 12-14%

Amorfos

Rentabilidad de producción de energía menor al 10%

Un panel solar es producido por un conjunto de células solares dispuestas en serie y en paralelo, colocadas sobre una placa metálica encapsulada.

Los paneles más utilizados son los de 36 y 72 células fotovoltaicas



Los paneles usados en el proyecto son Policristalinos de 36 células.

Tomado de Guerrero, J. N. *Diseño de un Sistema Regenerativo de Carga de Baterías Con Paneles Solares*



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Energía solar
fotovoltaica

Ventajas

La única inversión es el costo inicial de la infraestructura.

Respetar el medio ambiente, no contaminar y representar fuentes de energía alternativas energía limpia.

Al generar sus propios recursos, contribuye autosuficiencia.

No necesita ocupar espacio adicional ya que puede instalarse en tejados o en la propia carrocería.

En caso de la electromovilidad la energía solar fotovoltaica sirve para aumentar la autonomía en kilometraje



Energía solar
fotovoltaica

Desventajas

El nivel de radiación de esta energía fluctúa de una zona a otra.

El principal obstáculo es la inversión inicial, la que supone un gran movimiento de dinero.

No alcanza para cubrir las necesidades de un hogar, por lo que suele ser necesario complementar con otros métodos de energía

En la electromovilidad, los paneles solares deben estar incorporados directamente en la carrocería, aumentando el costo de paneles y peso.

Baterías de Litio

Las baterías de litio para paneles solares son una buena opción para aquellas instalaciones fotovoltaicas que tienen una alta demanda energética y además requieren una gran autonomía energética.

Mantenimiento de las baterías de litio

Todas las baterías, se recomienda que se instalen en un lugar de interior, protegidas de luz solar directa, lluvia, viento y altas temperaturas para garantizar su óptimo funcionamiento, durabilidad y eficiencia de carga y descarga.

Ventajas de las baterías

- El litio es un elemento electronegativo muy potente, es decir, el litio tiene 3,16V y el plomo 2V.
- Destaca por ser un producto completamente seguro y fiable. Además de no radiar fluidos ni olores, como si lo hacen las baterías de plomo ácido.



Tomado de Autosolar. Baterías de Litio



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo del Proyecto

Dimensionamiento de los paneles

Características de los Paneles Solares

Características Técnicas		Características técnicas	
Tipo de Modulo	Poli – Cristalino	Tipo de Modulo	Poli – Cristalino
Potencia máxima	50W	Potencia máxima	30W
Tolerancia salida de potencia	0/+5	Tolerancia salida de potencia	±3%
Voltaje de circuito abierto	22.5 VDC	Voltaje de circuito abierto	21.3 VDC
Corriente de cortocircuito	2.86 A	Corriente de cortocircuito	1.80 A
Voltaje en potencia máxima	18.7 VDC	Voltaje en potencia máxima	18.0 VDC
Corriente en potencia máxima	2.68 A	Corriente en potencia máxima	1.67 A
Eficiencia	14,1 %	Eficiencia	13,1 %



Dimensionamiento de Caja de Conexión



Se realizo una caja para las tres baterías, controladores, elevador de tensión y demás conexiones

Elevador de Tensión

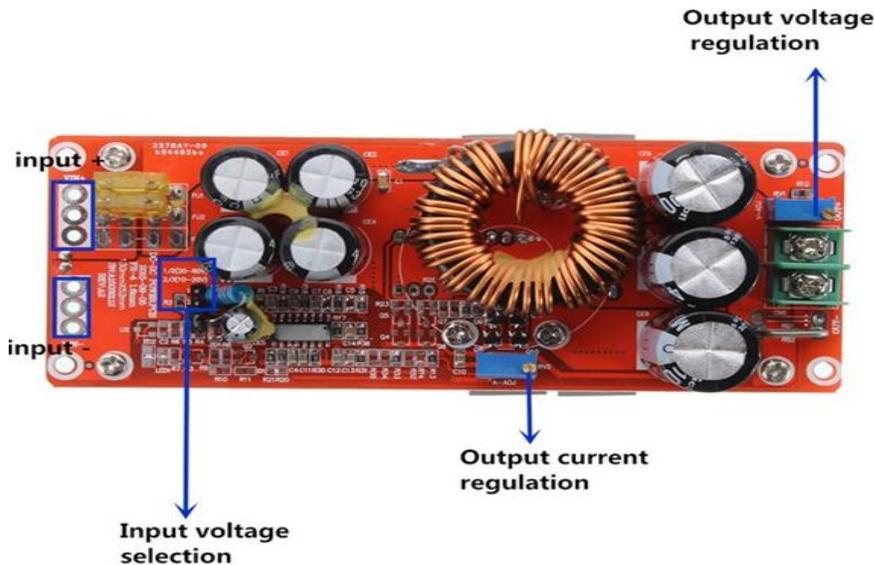
Características técnicas	
Voltaje de entrada	8 – 60V
Corriente de entrada	20A
Corriente de reposo de funcionamiento	15mA
Voltaje de salida	12- 83V
Rango de corriente	0,3 - 20A

Para ver si elevador cumplirá con los voltajes necesario tomamos la siguiente formula.

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} \leq 10$$
$$\frac{66,7V}{36,7V} \leq 10$$
$$1.81 \leq 10$$

Para calcular la corriente de salida usamos la siguiente formula.

$$I_{LOAD(max)} \leq \frac{2,1A \times V_{in}}{V_{out}}$$
$$I_{LOAD(max)} \leq \frac{2,1A \times 36,7}{66,7}$$
$$I_{LOAD(max)} \leq 1,15A$$



Tomando en cuenta que siempre en la entrada el aporte de potencia debe ser mayor al de salida

$$P_{in} = V \times I$$

$$P_{in} = 36,7V \times 2,16A$$

$$P_{in} = 79,27W$$

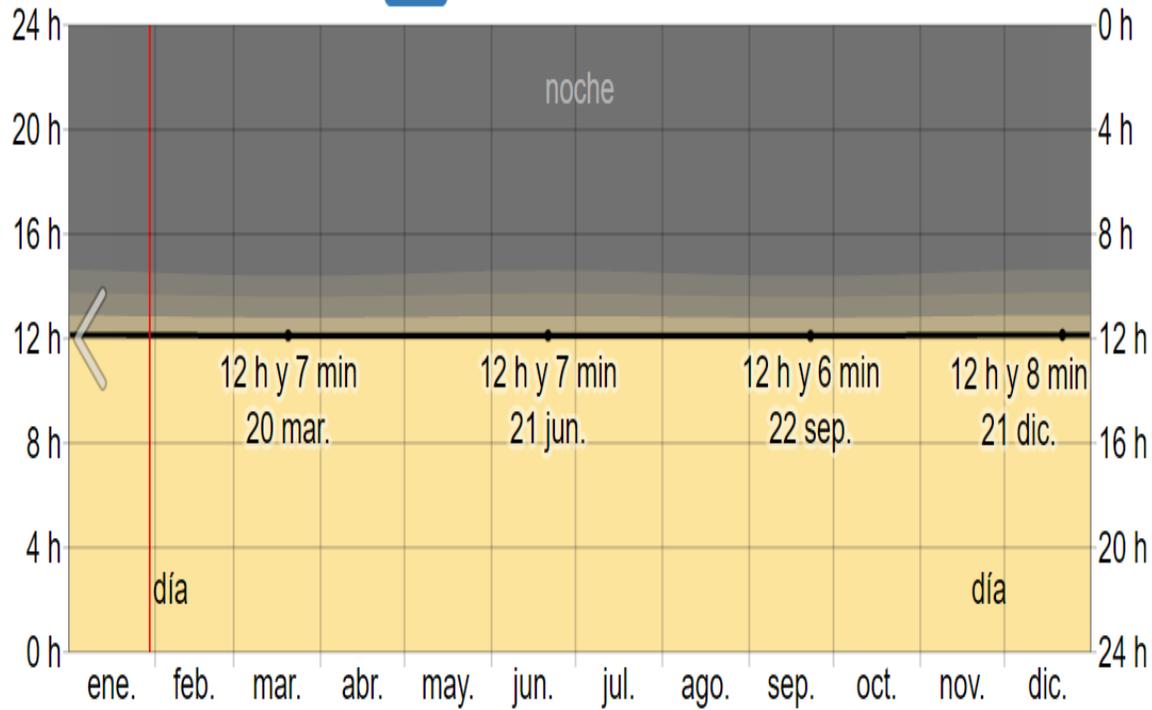
$$P_{out} = V \times I$$

$$P_{out} = 66,4V \times 1,15A$$

$$P_{out} = 76,3 W$$

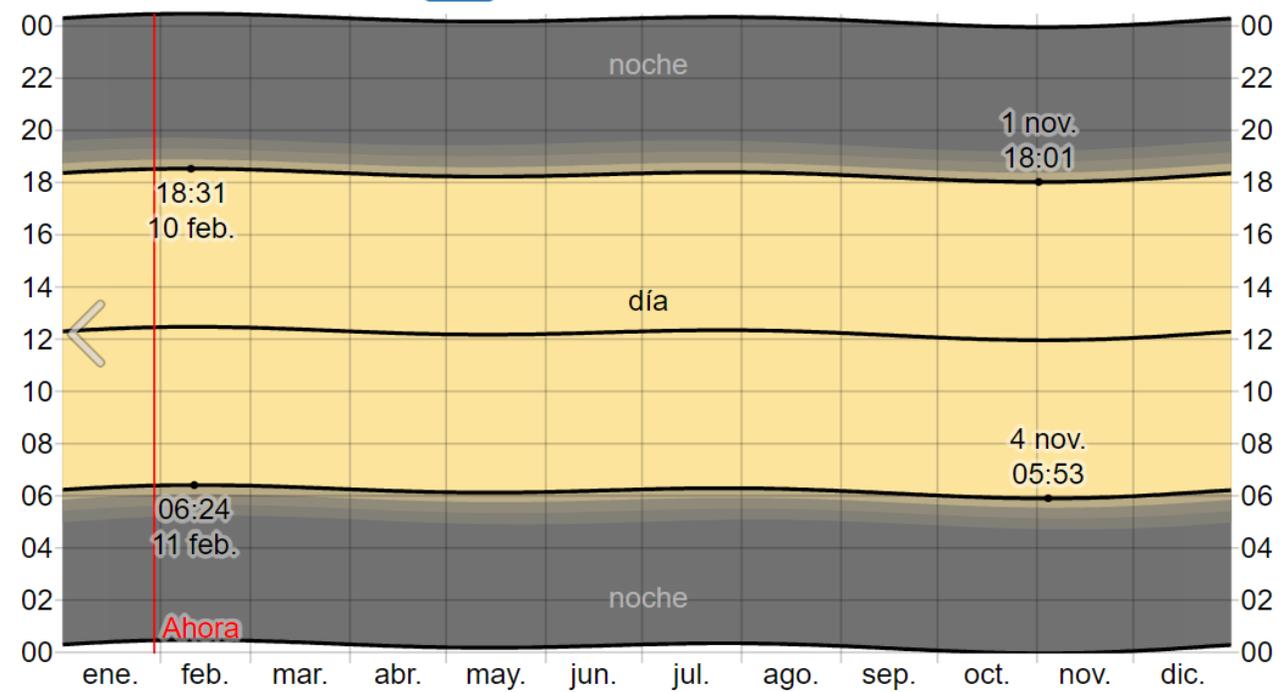


Datos históricos: 2022 2021 2020 2019 2018 2017 2016 2015 2014



Horas de luz natural Quito

Datos históricos: 2022 2021 2020 2019 2018 2017 2016 2015 2014



Salida del sol y puesta de sol en Quito



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Inclinación óptima anual

En la ciudad de Quito tiene por consiguiente las siguientes coordenadas geográficas.

Latitud: -0.225219 , Longitud: -78.52480°
 $13' 31''$ Sur, $78^\circ 31' 29''$ Oeste

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \times |\varphi|$$

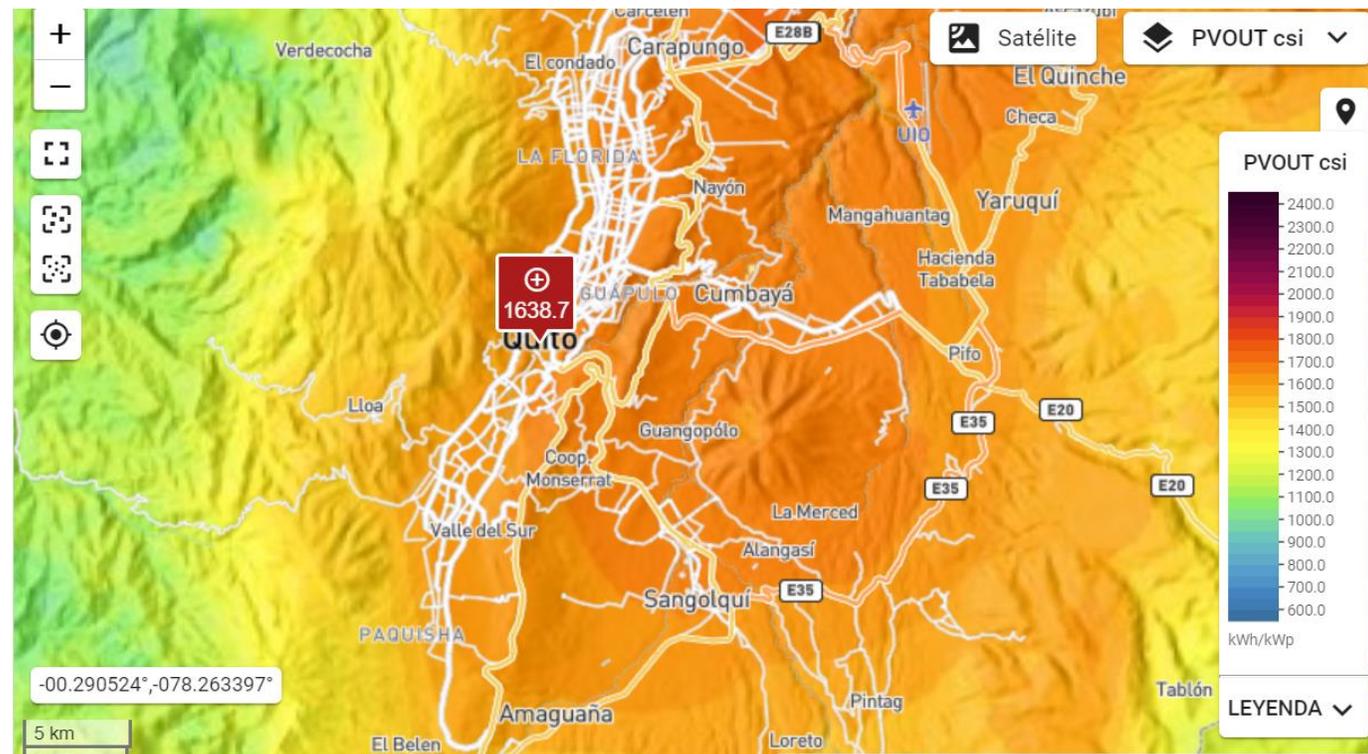
Siendo:

β : ángulo de inclinación óptima (grados)

$|\varphi|$: latitud del lugar, sin signo (grados)

$$\beta_{opt} = 3,7 + 0,69 \times |0.225219|$$

$$\beta_{opt} = 3.85^\circ \approx 4^\circ$$



El Potencial fotovoltaico o PVOUT indican los kWh de electricidad que generaría un sistema con una capacidad instalada máxima de 1kW.

En la ciudad de Quito es aproximadamente 1648 kWh



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Instalación del Sistema



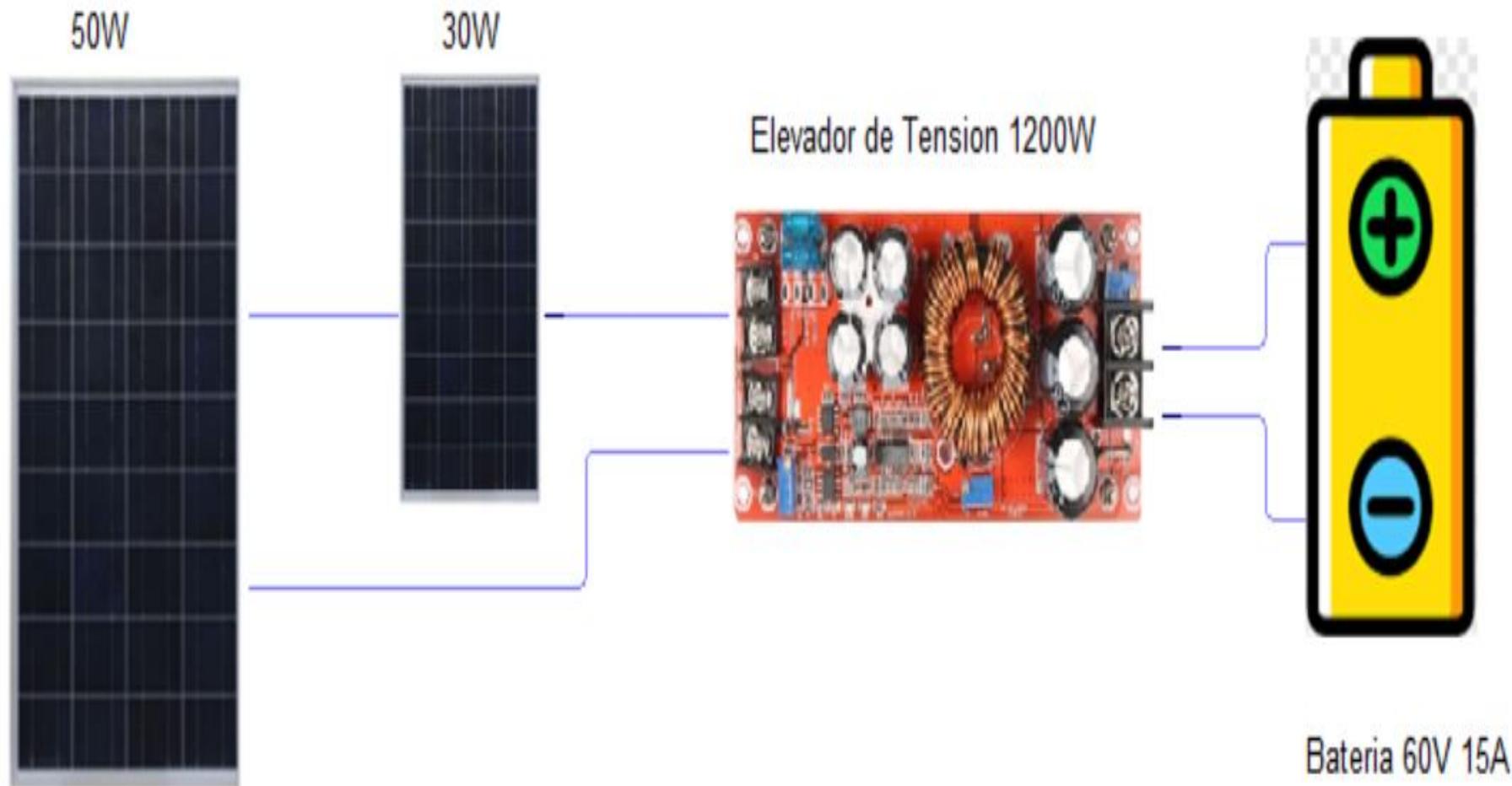
Paneles formado un ángulo de 22°



Paneles Horizontales a 0°



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



Esquema de
conexión
simplificado



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Funcionamiento del sistema



$$N^{\circ} \text{ de horas} = \frac{I_{\text{bateria}}}{I_{\text{cargador}}}$$

$$N^{\circ} \text{ de horas} = \frac{15 \text{ Ah}}{2 \text{ Ah}}$$

$$N^{\circ} \text{ de horas} = 7,5 \text{ horas}$$

Suponiendo condiciones ideales, el cargador puede proporcionar corriente de salida continua sin pérdidas, y la eficiencia de carga será cercana al 100%.



Resultados

Los resultados que se presentaron hay que tomar en cuenta que se los midió en el sur de Quito con un ángulo de inclinación 0° el buggy totalmente estático, tomando en cuenta que estos resultados pueden variar por condiciones climáticas

Hora	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4
8:00	58,61	59,57	63,40	65,3
9:00	58,67	59,63	63,55	65,4
10:00	58,82	59,80	63,84	65,63
11:00	59,05	60,19	64,13	66
12:00	59,38	60,41	64,42	66,3
13:00	59,57	60,74	64,71	66,7
14:00	59,76	60,96	64,94	67
15:00	59,94	61,26	65,0	
16:00	60,15	61,57	65,15	
17:00	60,25	61,75	65,20	



Conclusiones

Los componentes están dimensionados de acuerdo al diseño del buggy eléctrico en espacio de la carrocería y energía para proporcionar el voltaje necesario para el sistema de carga alternativo implementado.

Se determinó que el elevador de tensión es el sistema más adecuado para este proyecto por el voltaje de baterías, ya que permite elevar el voltaje de los paneles para poder cargar las baterías.

Al estar ubicados en la línea Ecuador los paneles fotovoltaicos para aprovechar la mayor cantidad de horas luz durante el trayecto del día y cualquier época del año se ubican horizontalmente los paneles



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Recomendaciones

Para este tipo de proyectos usar baterías de ion-litio para aumentar la eficiencia del sistema ya que tienen mayor durabilidad y poca autodescarga, tomando en cuenta que estas baterías son mucho más ligeras y pequeñas

Para tener una mayor superficie de celdas fotovoltaicas es recomendable usar paneles flexibles que se moldeen de acuerdo al diseño de la carrocería permitiendo tener mayor potencia

Es recomendable utilizar un MPPT (Punto máximo de poder) para usar los paneles fotovoltaicos en su máxima potencia usando como ventaja no tener la misma tensión que la batería, pero sí que debe ser igual o superior.

Para un banco de baterías a utilizar para cualquier método de carga ya sea un sistema fotovoltaico, enchufe de pared o híbrido es recomendable usar un balanceador de baterías que permite equilibrar las celdas al momento de cargar manteniendo todas las celdas a un mismo voltaje.





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Gracias

