

Incremento de la autonomía de un vehículo eléctrico Dayang CHOK-S mediante paneles solares

Increasing the autonomy of a Dayang CHOK-S electric vehicle through solar panels

Luis Reinoso *, Juan Ortega 

*Jefatura de Posgrados, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador, 010101;
jortegac@ucacue.edu.ec*

* Correspondencia: luisreinoso93@hotmail.com

Recibido 28 agosto 2020; Aceptado 05 noviembre 2020; Publicado 01 diciembre 2020

Resumen: La limitada autonomía de los vehículos eléctricos representa uno de los principales problemas para su comercialización. Por esta razón es importante incrementar su autonomía, generando de esta manera una alternativa de solución a estos inconvenientes. Es necesario entonces, promover la utilización de este tipo de automóviles, dado que su uso disminuye notablemente el grado de dependencia del petróleo, promoviendo así el uso de las energías renovables. La implementación de paneles solares en los automóviles eléctricos es una respuesta al incremento de su autonomía, ya que permite aprovechar una fuente inagotable de energía (solar), permitiendo de esta forma reducir la contaminación ambiental, haciendo que el vehículo eléctrico se vuelva más atractivo para los usuarios. Este artículo detalla la implementación de un panel solar de 350 W en un vehículo eléctrico Dayang CHOK-S bajo diferentes condiciones meteorológicas, obteniendo como resultado el incremento de su autonomía en hasta un 33 % con respecto a su autonomía real. Además, se encontró que este porcentaje podría incrementar bajo condiciones de radiación solar bastante altas. Los resultados demuestran que la carga de las baterías es directamente proporcional a la cantidad de radiación solar; es decir, a mayor radiación solar, mayor va a ser la carga de las baterías del automóvil.

Palabras clave: Autonomía, elevador de voltaje, radiación solar, sistemas fotovoltaicos, vehículo eléctrico.

Abstract: *The limited autonomy of electric vehicles represents one of the main problems for their commercialization. For this reason, it is essential to increase their autonomy, generating an alternative solution to overcome these obstacles. It is necessary then to promote this type of vehicle, due to its use decrease the oil dependence degree and promote renewable energy use. Implementing solar panels in electric cars responds to the increase in their autonomy since it allows them to take advantage of an inexhaustible source of energy (solar), thus reducing environmental pollution, making the electric vehicle more attractive to users. This paper shows the implementation of one solar panel of 350W into the electric vehicle Dayang CHOK-S under different meteorological conditions. By doing so, the autonomy increases by 33% compared with their real autonomy. Also, it was found that this percentage could increase under relatively high solar radiation conditions. The results show that the battery load is directly proportional to the solar radiation, i.e., the higher the solar radiation higher the vehicle's battery load.*

Keywords: *Autonomy, booster, electric vehicle, photovoltaic systems, solar radiation.*

1 Introducción

En la actualidad, la industria automotriz ha cambiado su perspectiva hacia la eficiencia energética y el uso de fuentes de energía renovable (Schottle & Threin, 2000). Esto se debe a la problemática de contaminación por el uso de combustibles fósiles y el agotamiento de las reservas de este a nivel mundial.

La utilización de vehículos eléctricos disminuye el grado de dependencia del petróleo, razón por la cual la industria automotriz en los últimos años ha enfocado su producción hacia automóviles que funcionen a base de combustibles alternativos. (Mateo, 2010)

Los vehículos de combustión interna son la principal fuente de contaminantes en la atmósfera de las ciudades, ya que emiten más de 1.000 sustancias nocivas (Castaño, 2016). El CO₂ producido por fuentes térmicas para recargar la batería de los vehículos eléctricos es apenas la tercera parte del CO₂ que produce un motor de combustión interna. (Roás, 2011)

La falta de estaciones de recarga de baterías denominadas Fotolineras o Electrolineras, hace que el vehículo eléctrico sea poco atractivo para los consumidores, por lo que es indispensable incrementar su autonomía y así disminuir la frecuencia de las recargas de batería. (Torres, 2015)

Debido a los inconvenientes que fueron expuestos con anterioridad y que respectan a los vehículos eléctricos, es importante buscar y seleccionar fuentes de energía alternativa para transformarla y almacenarla en condición de energía eléctrica, para que de esta forma pueda ser utilizada posteriormente de manera óptima y cuando así lo requiera el usuario.

El sol es una fuente de energía renovable abundante y bastante aprovechable dentro de nuestro ecosistema. Esta es energía electromagnética que, a través de la utilización de paneles solares o celdas fotovoltaicas es posible transformarla en energía eléctrica (Fernández, 2010). La energía solar puede ser utilizada para diferentes fines, entre uno de ellos está la posibilidad de cargar las baterías de los vehículos eléctricos, lo que a su vez permite el incremento en la autonomía de estos. Al realizar este proceso se busca dar solución a uno de los inconvenientes más grandes por los que atraviesan los vehículos eléctricos, que es la frecuencia con la que el usuario debe recargar las baterías de su automóvil. Debido a ciclos de recarga muy cortos, en algunos de los casos el tiempo de carga de las baterías cuando el vehículo está conectado a la red eléctrica puede llegar a tardar hasta

24 horas (Duque & Rocano, 2018). Por esta razón la Universidad Católica de Cuenca cree importante aumentar la autonomía del vehículo Dayang CHOK-S, mediante la utilización de paneles solares, ya que este vehículo cuenta con una autonomía limitada (140 km), según sus especificaciones técnicas. Así, nuestro estudio está orientado a prolongar la autonomía del vehículo Dayang CHOK-S mediante el uso de paneles solares.

2 Metodología

El proceso metodológico utilizado está enfocado primeramente en definir cuál es la autonomía real del vehículo en estudio dentro de un circuito predeterminado, y cuál es la tensión promedio que el panel solar entrega bajo las condiciones de radiación solar que existen en la ciudad de Azogues - Ecuador. A continuación, se debe determinar el módulo electrónico o elevador de voltaje que va a permitir al panel solar entregar la tensión que se requiere para comenzar a cargar las baterías del vehículo eléctrico. Posterior a esto y habiendo definido los pasos necesarios para alimentar el sistema fotovoltaico, se procede a realizar las conexiones eléctricas dentro del vehículo para dar origen a la toma de datos que corresponden a la determinación de su autonomía. Para esta recopilación de información se ha establecido un lapso de cuatro días por cada prueba realizada, en donde se procura aprovechar la energía del sol cuando el vehículo no está siendo utilizado. Finalmente, la información obtenida es procesada y categorizada en una base de datos, la cual a través de la aplicación de métodos estadísticos permite conocer cuál es el porcentaje en el que se incrementó la autonomía del vehículo eléctrico Dayang CHOK-S.

En la figura 1, se expone el proceso metodológico utilizado para el desarrollo del proyecto.

2.1 Autonomía del vehículo eléctrico

La autonomía es la capacidad que tiene un vehículo para movilizarse en un determinado espacio y recorrer una distancia sin tener que recargarse nuevamente.

Existen diferentes ciclos de homologación en el mundo que sirven para determinar la autonomía de un vehículo eléctrico y van a depender de las condiciones en las que su consumo energético fue medido.

La autonomía del vehículo eléctrico es información que el fabricante entrega dentro de las especificaciones técnicas del vehículo y su ciclo de homologación va a depender de su país de comercialización (Solano & Cabrera, 2018).

Para determinar la autonomía real del vehículo eléctrico utilizado en este proyecto, se realiza la adquisición de data en función de la carga y descarga de las baterías. Para ello, se realizaron diferentes pruebas, con el automóvil en su estado natural y luego con la adaptación del panel solar, obteniendo los resultados que permitieron verificar o no su incremento.

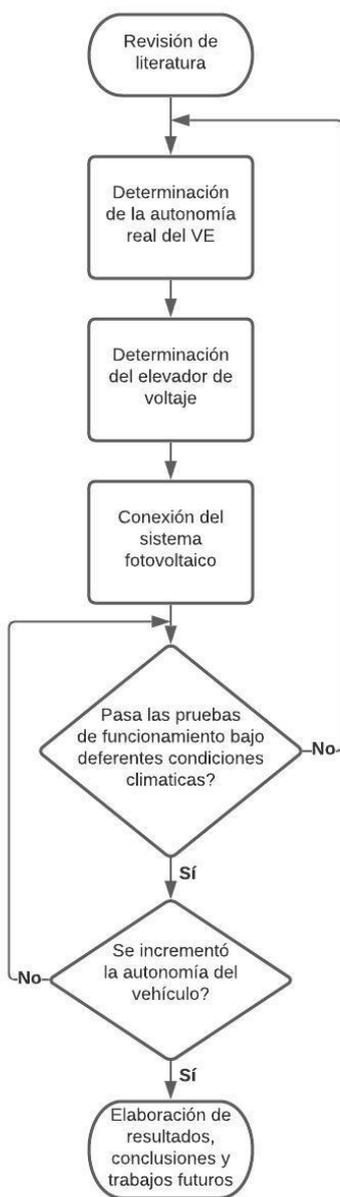


Figura 1: Diagrama metodológico.

2.2 Radiación solar

La energía que consume la población de la Tierra es 10000 veces menor a la energía solar que impacta la superficie terrestre. Esta energía es el pilar fundamental de nuestro hábitat, de ahí que es muy importante optimizar su uso.

La radiación se transfiere desde la fuente en todas las direcciones hacia afuera, a través de ondas electromagnéticas. Las ondas no necesitan un medio material de transporte, ya que pueden atravesar el universo hasta llegar a la Tierra en tan solo segundos (Grupo NAP, 2002).

La radiación solar es la energía liberada por el Sol hacia el exterior. Esta radiación es de 63450720 W/m^2 . Pero a la atmósfera de la Tierra llega apenas una tercera parte de esa energía y el 70% impacta sobre el mar. No obstante, el consumo energético mundial es miles de veces menor a esa energía. La radiación solar se divide en tres tipos: directa, difusa y de albedo o reflejada. La directa, es receptada en la superficie sin desviarse en la atmósfera, la difusa, es la que cambia su dirección debido a la reflexión y difusión en la atmósfera, y la de albedo, es la radiación directa y difusa que se recepta luego de haberse reflejado en el suelo o alguna superficie, como se muestra en la figura 2 (Méndez & Cuervo, 2011).



Figura 2: Esquema de la radiación solar.

2.3 Panel solar

El panel solar o módulo fotovoltaico es un dispositivo que está formado por un conjunto de células solares (que es donde se produce la conversión de energía solar en energía eléctrica). Estas células están asociadas eléctricamente para proporcionar los valores de corriente y voltaje necesarios para una aplicación determinada. Además están convenientemente encapsuladas para proporcionar aislamiento y proteger a las células de la humedad y la corrosión (García & Arribas, 1999). En la figura 3 se observa un panel solar monocristalino de 350 W.



Figura 3: Panel solar.

2.4 Vehículo Eléctrico (VE)

Dayang (Guangzhou Dayang China) es una empresa de procedencia China dedicada al desarrollo y producción de vehículos eléctricos. Dentro de la fabricación de vehículos se encuentra el modelo CHOK-S, que es el cuadriciclo eléctrico para cuatro ocupantes, un VE compacto, pero amplio en su interior y que dadas sus prestaciones está diseñado 100% para la ciudad, como se observa en la figura 4.



Figura 4: Vehículo eléctrico Dayang CHOK-S

Este automóvil utiliza un motor eléctrico de 4.5kW y una batería modelo 6EVF150, capacidad 150AH (3hr). La batería se observa en la figura 5.



Figura 5: Batería de plomo ácido 6EVF 150.

2.5 Elevador de voltaje

En la figura 6 se presenta un dispositivo elevador de voltaje, que tiene por objeto elevar el voltaje de entrada para satisfacer las necesidades del usuario. El voltaje que entregue este dispositivo electrónico va a depender de su capacidad resistiva.

2.6 Esquema de conexión del sistema fotovoltaico

En la figura 7 se puede observar la conexión del sistema fotovoltaico que es utilizado en el VE Dayang CHOK-S. Para realizar este proceso es necesario cumplir con los siguientes requerimientos: Primero, se selecciona el panel solar a ser utilizado, que para este caso es un módulo con una potencia máxima de 350 W y un voltaje de salida máximo de 39,9 V. Segundo, se procede a seleccionar los cables que son el medio de transporte de la energía eléctrica y por lo tanto deben tener una muy baja resistencia para reducir las pérdidas de energía, ya que esta es la tensión máxima que utiliza el sistema (voltaje de las baterías conectadas en serie). Tercero, ya que la tensión máxima que otorga el panel solar en la ciudad de Azogues, a consecuencia de la radiación solar de este lugar, es de 34 V, es necesario incrementar dicho voltaje a 60 V para comenzar a cargar las baterías, para lo cual es indispensable incorporar un elevador de tensión que permita alcanzar el voltaje requerido por el sistema y de esta forma llevarlo a las baterías. Como resultado se obtiene el incremento en la autonomía del VE a través del aprovechamiento de la energía renovable que otorga el sol.

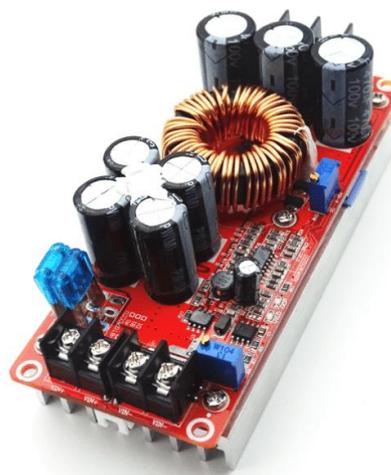


Figura 6: Elevador de tensión.

Tabla 2: Autonomía real del vehículo en la pista establecida.

N° de Pruebas	Recorrido en km.
Prueba 1	61.3
Prueba 2	61.8
Prueba 3	61.4
Promedio	61.5

La variación en el recorrido del vehículo se debe a los picos de descarga eléctrica de las baterías, pero vale la pena recalcar que los valores obtenidos son bastante similares. Además, es importante resaltar que la autonomía del automóvil puede variar de acuerdo con la geografía de la pista que se utilice, ya que en pendientes el VE realiza un mayor esfuerzo y por ende utiliza una mayor cantidad de energía eléctrica.

3.2 Conexión del sistema fotovoltaico

En primer lugar, para evitar posibles cortocircuitos en el sistema, se utiliza una batería de 9 V como entrada. Luego, se procede a calibrar el voltaje de salida del elevador de tensión a través de un potenciómetro de salida que existe en el dispositivo, de tal forma que su relación sea de 1.85:1, obteniendo como resultado una entrada de 34 V y una salida de 63 V.

Es necesario que el voltaje de salida del módulo electrónico sea mayor a 60 V, debido a los picos de energía eléctrica que se producen cuando la batería está cargada al 100%. Si la tensión de las baterías es mayor al de la salida del elevador de voltaje, este no va a poder cargar las baterías del VE; mientras que, si la tensión del elevador de voltaje es mayor o igual al de las baterías, la energía eléctrica va a aportar con la carga de las baterías sin problema y por ende se va a incrementar la autonomía del automóvil. Posteriormente, se procede a conectar la salida del elevador de voltaje a las baterías; como estas están conectadas en serie, únicamente tenemos un positivo y un negativo en el sistema de alimentación.

Es necesario utilizar un dispositivo para elevar el voltaje ya que la tensión que sale del panel es de 34 V bajo las condiciones de radiación solar que existen en la ciudad de Azogues, mientras que el voltaje que manejan las baterías del VE es de 12 V cada una; entonces al estar conectadas las 5 baterías en serie tenemos una tensión final de 60 V.

4 Discusión

4.1 Base de datos de la autonomía del VE Dayang CHOK-S con la incorporación del panel solar

Una vez definida la autonomía real del VE Dayang CHOK-S y habiendo ya realizado la conexión del sistema fotovoltaico en el mismo, se procede a realizar la toma de datos del recorrido del automóvil sobre la

pista antes definida, obteniendo como resultado lo expuesto en la tabla 3.

Tabla 3: Autonomía del vehículo en estudio luego de la implementación del sistema fotovoltaico.

N° de Pruebas	Recorrido en km.
Prueba 1	79.2
Prueba 2	71.6
Prueba 3	82.0

Es importante resaltar que el incremento en la autonomía del VE en estudio es el resultado del aprovechamiento de la radiación solar de cuatro días.

Ahora bien, la diferencia en los resultados de las pruebas realizadas se debe a la variación en la radiación, ya que las pruebas fueron tomadas en diferentes días incluyendo días lluviosos, nublados, parcialmente soleados y soleados en su totalidad, debido a que la radiación es directamente proporcional a la carga de las baterías del VE y a la autonomía del mismo, es decir, a mayor cantidad de radiación solar mayor es la carga de energía eléctrica que reciben las baterías y por ende la autonomía del vehículo se va a incrementar.

Asimismo, se obtiene que mientras más días el automóvil esté expuesto a la radiación solar, mayor va a ser la carga de sus baterías, obteniendo como resultado que la autonomía del VE se incremente en mayor porcentaje.

Además, el estudio mostró que este tipo de implementación puede ser reproducido para cualquier tipo de VE, en virtud de que la tecnología permite la adaptación de paneles solares flexibles y modulares en casi cualquier superficie, y, la conexión e incremento se podría replicar únicamente conociendo las características técnicas de cada VE.

Finalmente, en la figura 9 se muestra el incremento de la autonomía del VE Dayang CHOK-S que se obtuvo en las diferentes pruebas. En la prueba 1 se obtiene un incremento en la autonomía del automóvil del 28.78 %, en la prueba 2 un incremento del 16.42 % y en la prueba 3 se tiene un incremento del 33.33%, con respecto a la autonomía real del automóvil de 61,5 km.

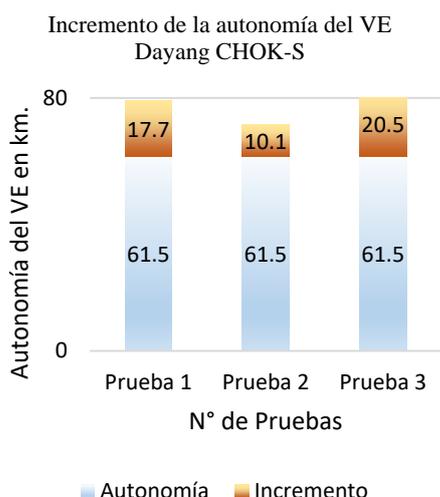


Figura 9: Incremento en kilómetros de la autonomía del VE Dayang CHOK-S.

5 Conclusiones

El proyecto permitió demostrar que es posible incrementar la autonomía de un VE a través de la utilización de un panel solar. Para ello se observó que en un periodo de tiempo (4 días) poco nublado en la ciudad de Azogues la autonomía del VE Dayang CHOK-S se incrementó en 17.7 km., lo que representan el 28.78 % de su autonomía real.

En una segunda prueba, en un lapso de cuatro días igual al anterior, y, con un clima nublado y lluvioso, la autonomía del vehículo en estudio se incrementó en 10,1 km., que representan el 16.42 % de su autonomía real.

En la tercera prueba se observó un incremento de 20.5 km., que representa el 33.33% de la autonomía real del automóvil, tomando en cuenta que esta prueba se realizó en un clima soleado durante los 4 días del periodo de tiempo establecido.

Mientras mayor es el número de días en los que el VE está expuesto a la radiación solar y mientras mayor es la intensidad de esta, la autonomía del VE se va a incrementar en mayor porcentaje.

El peso fue un factor importante a tomar en cuenta en este estudio, debido a que, si se incrementa la carga del vehículo, inmediatamente su rendimiento y autonomía van a disminuir.

Como trabajo a futuro se podría abordar, en base a este proyecto, el mejoramiento en la autonomía del VE conforme la tecnología avance, es decir, uso de paneles solares flexibles, mejoramiento en los sistemas de carga y descarga en las baterías, incremento en la generación de energía eléctrica de los paneles, entre otros.

Conflicto de Interés

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Referencias

- Castaño, F. S. (2016). Conducción, en condiciones reales de Galicia, de un Vehículo Eléctrico con autonomía extendida (REX). *Dinamo técnica: revista gallega de energía*,(19), 12-15.
- Duque, D. A., & Rocano, J. A., (2018). *Determinación de la autonomía del vehículo eléctrico mediante ciclos controlados*. (Trabajo de Titulación). Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Matriz Cuenca. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15067/1/UPS-CT007435.pdf>
- Fernández, M. (2010). Energía Solar: Electricidad Fotovoltaica. In *Energía Solar: Electricidad Fotovoltaica* (p. 17). Editorial Liberfactory, Madrid, España.
- Gaibor, M. B. (2014). *Estudio y diseño de un sistema solar fotovoltaico tipo aislado, para alimentar un sistema de bombeo directo en la hacienda los ceibos*. (Tesis de Grado). Guayaquil, Ecuador: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, file:///C:/Users/vgarc/OneDrive/Desktop/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-9.pdf
- García, M. & Arribas, L. (1999). *Energía solar fotovoltaica y cooperación al desarrollo*. Madrid, España: IEPALA Editoria.
- Grupo NAP. (2002). *Energía Solar Fotovoltaica*. Ed. Sala Pano, G. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. Madrid. España.
- Mateo, M. O. (2010). Reducción de las emisiones de CO2 en vehículos de transporte: combustibles alternativos. *Energía & Minas: Revista Profesional, Técnica y Cultural de los Ingenieros Técnicos de Minas*, (8), 28-33.
- Méndez, J. & Cuervo, R. (2011). *Energía solar fotovoltaica*. Ed. 7. Madrid, España: Fundación Confemetal.
- Roás, L. I. (2011). Los vehículos eléctricos. Recuperado de https://www.nebrija.com/la_universidad/facultad-es/facultad-artes-letras/actividades/AulaPluriligue/articulos/Loret-oRoas-coches-electricos.pdf.
- Schottle, R., & Threin, G. (2000). Electrical power supply systems: Present and future. *VDI-Berichte*, 1547, 449-476.
- Solano, W. A., & Cabrera, C. S. (2018). *Determinación de la autonomía del vehículo eléctrico Kia Soul en rutas preestablecidas en la ciudad de Machala, a través de métodos experimentales*. Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca. Ecuador.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16539/1/UPS-CT008035.pdf>

- Torres, J. D. (2015). *Estudio de viabilidad en la de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca*. (Trabajo de Titulación). Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Matriz Cuenca.
- <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8050/1/UPS-CT004893.pdf>