

Automobiles Powered By Solar Energy: A Review

Automóviles Impulsados Por Energía Solar: Una Revisión

Andrés Moreno Constante¹ José Beltrán Ruiz² Dario Borja Soto³

¹ Universidad Central del Ecuador, Postgrado Facultad De Ingeniería Y Ciencias Aplicadas, Quito, Ecuador

E-mail: asmorenoc@uce.edu.ec

² Comisión de investigación IST Central Técnico, Quito, Ecuador

E-mail: jbeltran@istct.edu.ec

³ Universidad Central del Ecuador, Postgrado Facultad De Ingeniería Y Ciencias Aplicadas, Quito, Ecuador

E-mail: dxborjas@uce.edu.ec

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo probar la importancia que tiene las energías renovables en el área automotriz para la reducción de emisiones contaminantes al medio ambiente. El campo automotriz se ha ido buscando opciones para evitar la contaminación ambiental y dar el mejor servicio, confort al usuario. Tras años se ha hablado de las energías renovables que son fuentes en cantidades ilimitadas por lo que no se agotan mientras se los va utilizando. En la actualidad ya es un hecho del uso de los vehículos eléctricos donde no se ha logrado dar un gran paso al electro movilidad, por el precio, la autonomía y la vida útil de las baterías con los que funcionan dichos vehículos. Hoy en día se habla de la energía solar para recargar las baterías de los vehículos eléctricos, mismos que reciben alimentación mediante células fotovoltaicas que convierten la energía solar en eléctrica, la misma que se encarga de dar la alimentación al motor eléctrico o baterías del coche eléctrico.

Palabras clave— Energía solar, conjunto eléctrico, conjunto fotovoltaico, paneles fotovoltaicos, celdas solares.

ABSTRACT

The research aims to prove the importance of renewable energy in the automotive area for reducing polluting emissions to the environment. The automotive field has been looking for options to avoid environmental pollution and give the best service, comfort to the user. After years there has been talk of renewable energies that are sources in unlimited quantities so they do not run out while they are being used. At present, it is already a fact of the use of electric vehicles where it has not been possible to take a great step to electro mobility, due to the price, autonomy and useful life of the batteries with which these vehicles work. Today there is talk of solar energy to recharge the batteries of electric vehicles, which are powered by photovoltaic cells that make solar energy into electricity, the same that is responsible for supplying the electric motor or electric car batteries.

Key Words— Solar energy, electrical set, photovoltaic set, photovoltaic panels, solar cells.

1. INTRODUCCIÓN.

El factor salud y medio ambiente se ha convertido en un pilar importante de cuidado por lo que: “El daño en la salud de las personas son causados por numerosos problemas en los que destacan el perjuicio a la capa de ozono y el calentamiento global causado por la contaminación ambiental de los vehículos, por lo que nace la exigencia de utilizar automotores que contengan tecnologías limpias y que empleen energías renovables”(Moreno & Borja, 2020).

Los automotores con nuevas tecnologías, propulsados por energías alternativas que funcionan con paneles solares que son contruidos por celdas fotovoltaicas. “Los vehículos mencionados tienen una eficiencia de un 98 % y el 2% que no se aprovecha y no es contaminante es así que generan menos gases contaminantes al medio ambiente a comparación de un automotor convencional como se menciona en la investigación de” (Valdez, 2018).

Siendo el sol la fuente principal y más grande de energía para nuestro planeta, es lógico que esta energía se aplique en la industria automotriz para reducir la contaminación ambiental, mediante la colocación de paneles solares que son contruidos por celdas fotovoltaicas, de esta manera poder transformar la radiación solar en energía renovable.(Águila et al., 2015).

Según (Águila et al., 2015) menciona que el petróleo es una fuente no renovable por lo cual en un futuro se agotara y llegara a su fin por lo tanto el sector automotriz viene desarrollando automotores que funcionan con energías renovables como es el claro ejemplo de la utilización de paneles solares para brindar autonomía eléctrica y la funcionalidad de diferentes sistemas que conforma el vehículo con el fin de reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente.

Los vehículos propulsados con energía solar disponen de motor eléctrico y su energía se obtiene por paneles fotovoltaicos, por medio de

las celdas se transforma la energía del sol en electricidad y puede ser acumuladas en batería de alto voltaje.(Chandra Mouli et al., 2016).

La implementación de un sistema capaz de aprovechar la energía natural es algo bastante novedoso, donde se busca una transformación de corriente y a su vez podrá energizar un motor para un automóvil eléctrico como por ejemplo, o algunas otras fuentes capaz de mover partes de varios sistemas que conforman un automotor.(Levinson et al., 2015).

La corriente eléctrica continua se genera al través de la energía solar fotovoltaica y utiliza elementos semiconductores los cuales son alimentados por un haz de fotones. Cuando la luz llega a tener contacto con la célula solar se obtiene la potencia eléctrica y a su vez cuando la luz solar se detiene la electricidad se desvanece. (Armijos, 2017).

La energía solar puede ser convertida en electricidad por medio de celdas solares, por medio del efecto fotovoltaico o a su vez indirectamente con la conversión de la energía solar a calor o a energía química. Por una parte, el uso de celdas solares basa su funcionamiento en el efecto fotovoltaico que consiste que la luz que alcanza sobre los elementos semiconductores de dos capas produce una diferencia de la foto voltaje o del potencial entre las capas. Este voltaje es capaz de conducir una corriente a través de un circuito externo de modo de producir trabajo útil en un vehículo eléctrico.(Charles, 2015).

Los automotores de influencia solar son en donde se utiliza la electricidad renovable que se obtiene por medio de paneles solares.

“Las celdas fotovoltaicas convierten la energía del sol directamente a electricidad, que puede o bien ser almacenada en baterías eléctricas o utilizada directamente por el motor”(Granda

Sánchez Yandry Vicente, 2014).

Teniendo en cuenta todos los parámetros explicados identificamos la necesidad de realizar un estudio de un medio de transporte que realice su función mediante la energía renovable, con la aplicación de la energía fotovoltaica.

En esta investigación se aplicó el método bibliográfico que se basa en la búsqueda de libros y de material similar dentro de artículos o revistas referentes a los vehículos eléctricos y las energías renovables la mayoría de la información recopilada fue extraída de diversos archivos, la recopilación de esta información fue organizada de manera en la que se pueda entender y así proceder a dar una explicación acorde lo que se está buscando.

2. MATERIALES Y METODOLOGÍA.

La investigación tiene como objetivo probar la importancia del uso proceso de investigación documental, la información que se obtuvo se utilizó como referencia para el análisis de las celdas fotovoltaicas que convierten la energía del sol directamente a electricidad para la movilidad del vehículo.

2.1. COMPONENTES PARA LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

El principal dispositivo son los paneles solares que se encargaran de captar la energía solar que viene en forma de fotones. Es decir se tendrá una estación de paneles solares que captarán la energía solar y la transformaran en energía eléctrica. Los paneles solares poseen un valor de tensión de (6V, 12V y 24V).(Masuda et al., 2017).

2.2. REGULADOR DE CARGA

Es el encargado de regular la energía que entra y sale de la batería, tiene como función evitar que existan sobrecargas y lograr alargar la vida útil del acumulador , el regulador tiene dos objetivos los cuales son: garantiza la carga suficiente en el acumulador y evita situaciones de sobrecarga.

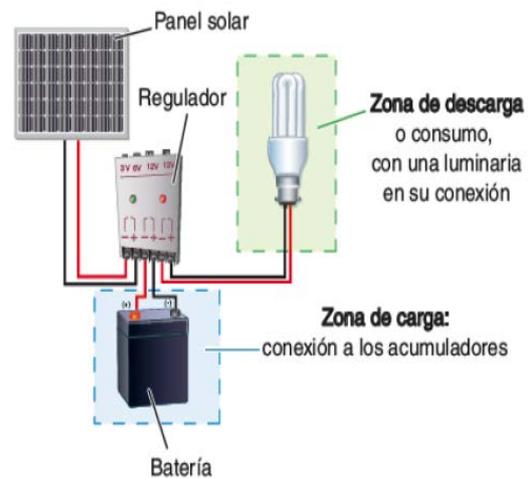


Figura 1: Conexión del regulador con el panel solar

Fuente:(Masuda et al., 2017)

2.3. INVERSOR

El inversor tiene como función convertir la corriente alterna en corriente continua y cargar a las baterías de los vehículos eléctricos y dar movilidad eléctrica al vehículo y entre las principales características es tener una regulación de tensión y frecuencia adecuada.(Kumar & Bharj, 2020).

2.4. BATERIA DE ALTA TENSIÓN

Ese debe analizar los conceptos, “La batería de alta tensión es un acumulador de energía la cual va ser cargada con una corriente continua que puede ir entre los rangos de 110 v a 220 v” (Kumar & Bharj, 2020), esto dependerá del número de celdas que tenga la batería y como principal función es dar autonomía eléctrica dependiendo de las condiciones de manejo o trabajo del vehículo.

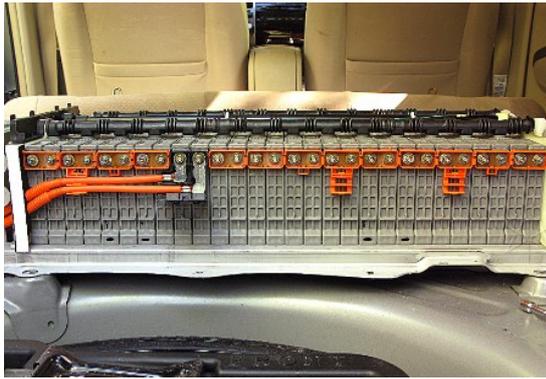


Figura 2: Conexión del regulador con el panel solar
Fuente: (Masuda et al., 2017)

PARTES DE UN PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO

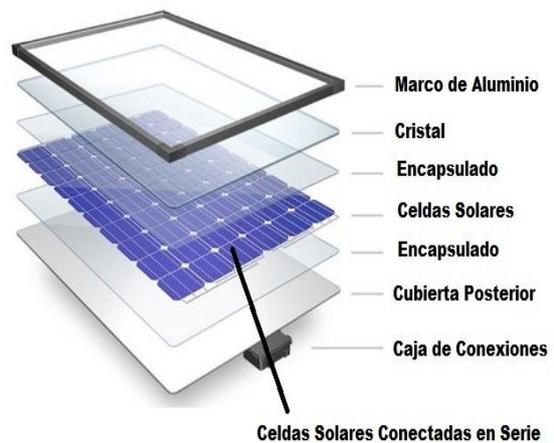


Figura 3: Celda de panel solar
Fuente: (Maruthi Prasad & Krishnamoorthy, 2019)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CELDAS SOLARES

(Novoa & Brouwer, 2018) afirma que el elemento encargado de convertir la energía solar en electricidad son las celdas solares, esto se logra gracias al efecto fotovoltaico o a su vez con la transformación de energía solar a calor. Las celdas solares basan su funcionamiento en el efecto fotovoltaico que consiste que la luz que alcanza sobre los elementos semiconductores de dos capas produce una diferencia de la foto voltaje o del potencial entre las capas. Este voltaje es capaz de conducir una corriente a través de un circuito externo de modo de producir trabajo útil en un vehículo eléctrico.

Las láminas delgadas de material monocristalinas, policristalinas son utilizadas para la elaboración de celdas solares.

El procedimiento de fabricación de las láminas de monocristalinas se desarrolla con el corte de un gran lingote y una temperatura que llega aproximadamente a 1400 °C, el proceso tiene un costo muy elevado y a su vez el silicio que se utiliza debe tener una estructura cristalina y una pureza casi perfecta. (Maruthi Prasad & Krishnamoorthy, 2019).

Para el proceso de fabricación de las planchas poli cristalinas se utiliza la técnica de moldeo en donde el materia es vertido y se deja asentar. Las planchas al ser realizadas por modelo es mucho más económico la fabricación y tienen la misma eficiencia de las celdas monocristalinas. Su rendimiento puede reducirse a las imperfecciones de la estructura cristalina resultando del proceso de moldeo. (Maruthi Prasad & Krishnamoorthy, 2019).

En los dos procesos anteriormente mencionados, casi la mitad del silicio se pierde como polvo durante el cortado. (Novoa & Brouwer, 2018) menciona que el proceso de fabricación del silicio amorfo es colocando el silicio sobre substrato de vidrio y utilizando un gas reactivo como silano (SiH₄). El cristal o el plástico son substratos de precios reducidos que pueden ser aplicados como película y que son de tipo de cédula solar y hay que tener en cuenta que el silicio amorfo es de tecnología de láminas delgadas. Existen un sin número de láminas delgadas de silicio multicristalino con diferentes materiales como por ejemplo: Celdas de arseniuro de galio, de telurio de cadmio/sulfuro de cadmio, seleniuro de cobre e indio/sulfuro de cadmio. Las principales ventajas de las celdas de lámina delgada con las siguientes: Una deposición y un ensamblado más sencillo,

pueden ser colocadas en sustratos o materiales de elaboración más económica y ser fabricado en masa.

(Ornetzeder & Rohrer, 2015) indica que la producción de celdas solares de silicio de tipo unión p-n se utiliza la siguiente metodología en donde se coloca átomos de impurezas para establecer una área tipo p y una área de tipo n de modo de establecer una unión p-n. El dopado de las planchas se realiza por medio de un horno en donde el dopante se lo utiliza en forma de vapor y a una alta temperatura, otro método de dopar el silicio es durante la deposición de las capas o laminas.

3.2 COMO TRABAJA LA ENERGÍA SOLAR

La corriente eléctrica se obtiene con la ayuda de las celdas solares fotovoltaicas que funcionan con el principio que la electricidad que recorre entre dos semiconductores y que al colocarlos uno contra otro y expuestos a la luz hacen el proceso de la energía y al conectar estas celdas entre si se apreciará que se obtiene una útil y abundante circulación de corriente eléctrica.

Un módulo Fotovoltaico es conformado por la unión de varias celdas fotovoltaicas de características similares. En la investigación de (Pan, 2017) hace referencia a las energías renovables; de la siguiente manera en donde el sol pega casi 10 horas diarias, entonces al tener más horas de luz la ganancia podrá aumentar de manera en que el panel solar este acaparando estas horas la luz directa” esto hace tener una idea de cómo moldeamos la información para ir dando a conocer toda la información que es tan diversa y que se la puede encontrar con enfoques diferentes.

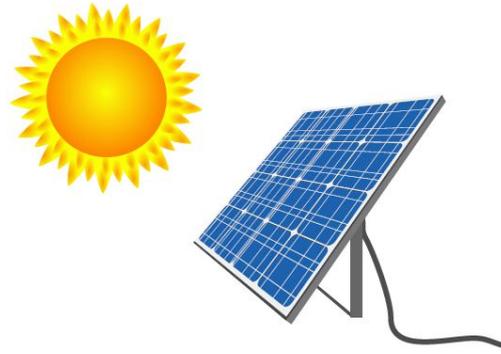


Figura 4: Energía renovable

Fuente:(Pan, 2017)

3.3 GENERACIÓN ELÉCTRICA

Los módulos fotovoltaicos por su conformación y características producen y funcionan con corriente continua y no con corriente alterna. Por lo cual lo que se necesita aquí es una instalación, de un elemento capaz de convertir estas dos corrientes la una a la otra y viceversa. La utilización de esta corriente se verá afectada tras el número de horas que el vehículo se encuentre parado o andando ya que el panel solar se lo instala en el techo del vehículo. La corriente continua se puede denominar como el flujo libre constante y en una sola dirección de electrones, como ejemplo la corriente continua se utiliza y se encuentra en el acumulador o batería de los vehículos al contrario la corriente alterna es aquella en donde existe flujo de electrones en diferentes direcciones y como ejemplo se utiliza en la industria y artefactos de hogares como neveras, televisores, lavadoras, etc.

Por ende, la utilización en el campo automotriz queda de una manera segura y eficiente. Dentro del libro de (Alfons & Nina, 2020) que menciona lo siguiente este fenómeno resulta muy útil para muchos dispositivos como los relé o incluso para los timbres, esta energía se puede utilizar para mover grandes pesos con electroimanes.

3.4 COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA

(Qi et al., 2017) Un sistema solar completo está conformado por paneles solares y a su vez se utiliza un inversión el cual es el encargado de

convertir la corriente alterna en corriente continua para cargar el acumulador o batería del vehículo y a su vez es necesario un regulador de carga y por un último un conmutador que tiene como función accionar diferentes dispositivos de emergencia.

Tener una batería es muy necesario para acumular la energía, un regulador de carga que ayude a ser mucho más precisos en el proceso y un inversor que ayudará a tener corriente alterna y corriente continua dependiendo la necesidad. En la parte posterior del vehículo se puede utilizar para la implementación del sistema y colocar los elementos necesarios para captar y transformar la energía dependiendo de la necesidades. La acumulación de energía se utilizar baterías con varias celdas y que manejen un voltaje optimo y se debe colocar elementos que controlen que no existe una sobre carga en el sistema.(Qi et al., 2017).

3.5 EFECTO FOTOELÉCTRICO

Según menciona (Alfons & Nina, 2020) en su investigación que la radiación electromagnética u irradiación de luz produce la conformación de partículas eléctricamente cargadas. Se debe saber que el termino efecto fotoeléctrico designa varios tipos de interacciones similares. El efecto foto eléctrico tiene la propiedad de liberar electrones en un conductor de superficie metálica y a su vez absorber la energía de la sol que toma contacto con la superficie mencionada. Bajo la influencia de campo eléctrico se emplea el efecto foto eléctrico en la superficie de una cedula fotoeléctrica, en donde los electrones circulan de un polo ánodo a un polo cátodo. Esta reacción química que se produce al momento de almacenar la energía de ninguna manera influye a un sobre calentamiento de los componentes, según expone de manera cordial el autor (Qi et al., 2017)en su libro referente a las energías renovables.

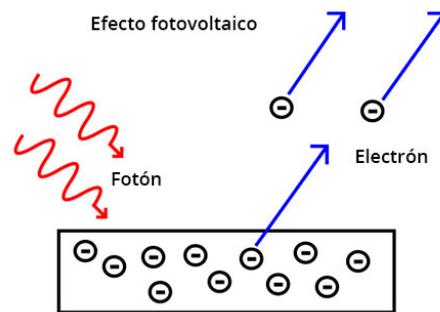


Figura 5: Efecto fotovoltaico
Fuente: (Qi et al., 2017)

3.6 CADENA DE TRACCIÓN

Actualmente en el mercado los vehículos eléctricos están fabricados con una transmisión para vehículos de combustión interna, con la intención de cambiar el motor convencional por uno eléctrico. “Los motores térmicos tienen diferentes configuraciones de tracción a diferencia de los motores eléctricos que resultan ser mucho más flexibles , según explica el autor” (Rosato et al., 2020) en su libro hace referencia a la cadena de tracción de los vehículos eléctricos que pueden dividirse en tres subsistemas principales: suministro de energía, transmisión eléctrica, y transmisión mecánica.

Se presenta de manera gráfica de como sería la instalación de una cadena para brindar la tracción necesaria y un ejemplo de donde interviene dicha cadena para dar un empujes al motor o a los diversos sistemas, esto en conjunto de puntos más mecánicos en lo que se refiere a la instalación de elementos mecánicos y una variante que en este proyecto se lo dio por utilizarlo.(Ifaei et al., 2020).

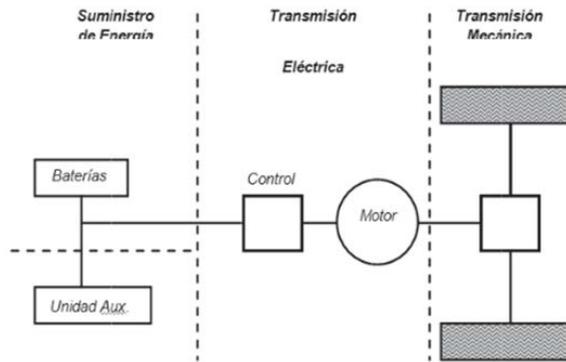


Figura 6: Cadena de tracción de vehículos eléctricos

Fuente: (Ifaei et al., 2020)

La configuración que se utilizó para la investigación fue la siguiente: no utilizar embrague y tampoco caja de cambios y se sustituyó por un controlador de potencia eléctrica y a su vez enlazado con el motor eléctrico a la entrada del diferencial (Ifaei et al., 2020).

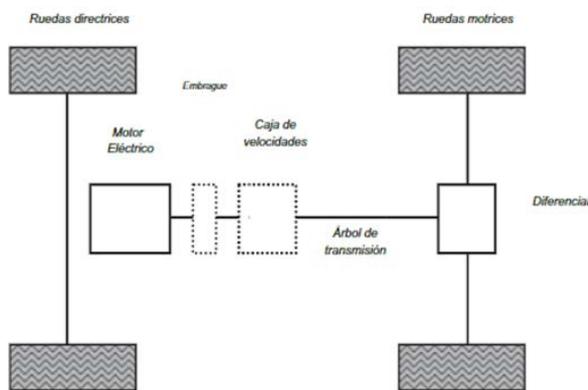


Figura 7: Cadena de tracción de un solo motor.

Fuente: (Ifaei et al., 2020)

Según (Rivas, 2008), “Establece una base teórica que permita realizar una serie de cálculos previos. Dependiendo del uso del vehículo eléctrico, se debe estimar algunas de sus características”.

3.7 DIMENSIONES DE LA CADENA DE TRACCIÓN

(Levinson et al., 2015) menciona que “los

requerimientos de la cadena de tracción, se seleccionarán los elementos que la componen: conjunto motor -convertidor de potencia, baterías, neumáticos, sistema de suspensión, sistema de frenos, sistema de dirección, entre otros. Se debe tener en cuenta a la hora de componer la cadena de tracción, que es interesante conseguir un reparto equilibrado de las masas”. Esta cadena es la que se encargara de dar el movimiento al transformador de corriente continua y alterna, la cadena se deberá reemplazar casa cierto momento ya que al estar en constante trabajo se debería estirar y es mejor estar intentando a prevenir los posibles problemas.

3.8 COMPONENTES MECÁNICOS

Son elementos o sistemas que utilizan energía mecánica para su movimiento o funcionamiento y tiene como función transformar la energía mecánica en otra clase de energía dependiente del requerimiento del momento. Lo que se busca es poder brindar una especie de sistemas mecánicos para poder dar un costo bajo en la producción y poder solventar de manera más rápida estos procesos.

(Laberteaux, 2019) Afirma: “en algunos de los casos no es necesario fabricar cada uno de los diferentes componentes mecánicos que conforman este proyecto, es preciso realizar un riguroso proceso de selección bajo criterios ingenieriles convenientes para cada cuestión en particular”. Y esto nos hace tener una idea de cómo iremos formando los sistemas mecánicos eligiendo cuidadosamente cual es la mejor combinación entre los mismos componentes.

3.9 SISTEMA DE DIRECCIÓN

El sistema de dirección es el encargado de verificar y controlar los movimientos del

automóvil dependiendo de las condiciones de manejo del conductor y a su vez trasladar el movimiento por medio de ejes hacia los neumáticos. Aquí es en donde ingresa la energía almacenada por las baterías recogidas del panel solar, al tener una dirección electromecánica la energía la podremos sacar de este almacenamiento y ser utilizada para el movimiento del volante. Este sistema puede ser aplicado dependiendo de la tracción que tenga el vehículo ya sea tracción delantera, posterior y tracción a las 4 ruedas.

4. CONCLUSIONES.

Los automotores con nuevas tecnologías tienen una notable forma de proteger el medio ambiente, propulsados por energías alternativas que funcionan con paneles solares que son contruidos por celdas fotovoltaicas. Los vehículos mencionados tienen una eficiencia de un 98 % es así que es nula la emisión de gases contaminantes al medio ambiente a comparación de un automotor convencional.

Siendo el sol la fuente principal y más grande de energía para nuestro planeta, es lógico que esta energía se aplique en la industria automotriz para reducir la contaminación ambiental, mediante la colocación de paneles solares que son contruidos por celdas fotovoltaicas, de esta manera poder transformar la radiación solar en energía renovable.

Teniendo en cuenta que el futuro cercano del petróleo y fuentes de energía no renovables llegaran a su extinción, la industria automotriz ha desarrollado sistemas que operan mediante energía renovable tal como el acoplamiento de paneles solares en la parte superior del vehículo, de esta manera algunos sistemas como el aire acondicionado se alimenta de energía emitida por el sol.

El elemento encargado de convertir la energía solar en electricidad son las celdas solares, esto se logra gracias al efecto fotovoltaico o a su vez con la transformación de energía solar a calor. Las celdas solares basan su funcionamiento en el efecto fotovoltaico que consiste que la luz que alcanza sobre los elementos semiconductores de dos capas produce una diferencia de la foto voltaje o del potencial entre las capas.

La corriente eléctrica se obtiene con la ayuda de las celdas solares fotovoltaicas que funcionan con el principio que la electricidad que recorre entre dos semiconductores y que al colocarlos uno contra otro y expuestos a la luz hacen el proceso de la energía y al conectar estas celdas entre si se apreciará que se obtiene una útil y abundante circulación de corriente eléctrica.

Un sistema solar completo está conformado por paneles solares y a su vez se utiliza un inversor el cual es el encargado de convertir la corriente alterna en corriente continua para cargar el acumulador o batería del vehículo y a su vez es necesario un regulador de carga y por un último un conmutador que tiene como función accionar diferentes dispositivos de emergencia.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Águila, E., Sohr, R., Parker, C., & Zanelli, J. (2015). Energía y medio ambiente. Una ecuación difícil para América Latina: los desafíos del crecimiento y desarrollo en el contexto del cambio climático. In *Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, CLACSO*.

Alfons, P., & Nina, H. (2020). *Can product bundling increase the joint adoption of electric vehicles, solar panels and battery storage? Explorative evidence from a choice-based conjoint study in Austria*. 167(June 2019). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106381>

ARMIJOS, J. (2017). "Diseño Del Sistema De Potencia De Un Prototipo De Vehículo Mediante El Uso De energía Solar Para La Competencia De Vehículos World Solar Challenge.

- Chandra Mouli, G. R., Bauer, P., & Zeman, M. (2016). System design for a solar powered electric vehicle charging station for workplaces. *Applied Energy*, 168(2016), 434–443. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.01.110>
- Charles, B. (2015). *Proyecto “ Vehículo Solar .”*
- Granda Sánchez Yandry Vicente. (2014). *Reingeniería aplicada de un vehículo tipo Go Kart de 384w con energía solar fotovoltaica para análisis de los parámetros eléctricos y mecánicos*. 104. <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9583>
- Ifaei, P., Khiabani, H., Piran, J., & Yoo, C. (2020). Techno-econo-environmental feasibility of retrofitting urban transportation system with optimal solar panels for climate change mitigation e A case study. *Journal of Cleaner Production*, 251, 119639. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119639>
- Kumar, S., & Bharj, R. S. (2020). Solar hybrid e-cargo rickshaw for urban transportation demand in India. *Transportation Research Procedia*, 48(2018), 1998–2005. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.228>
- Laberteaux, K. (2019). Optimizing the electric range of plug-in vehicles via fuel economy simulations of real-world driving in California. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 73(June), 15–33. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.05.013>
- Levinson, R., Pan, H., Ban-Weiss, G., Rosado, P., Paolini, R., & Akbari, H. (2015). Potential benefits of solar reflective car shells: Cooler cabins, fuel savings and emission reductions. *Applied Energy*, 88(12), 4343–4357. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.05.006>
- Maruthi Prasad, R., & Krishnamoorthy, A. (2019). Design validation and analysis of the drive range enhancement and battery bank deration in electric vehicle integrated with split power solar source. *Energy*, 172, 106–116. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.116>
- Masuda, T., Araki, K., Okumura, K., Urabe, S., Kudo, Y., Kimura, K., Nakado, T., Sato, A., & Yamaguchi, M. (2017). Static concentrator photovoltaics for automotive applications. *Solar Energy*, 146, 523–531. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.03.028>
- Moreno, A., & Borja, D. (2020). *Implementación De Un Sistema Enchufable En El Vehículo Toyota Prius Híbrido De Tercera Generación*. <https://istct.edu.ec/Portal/Nuevo/Tecnologia-Superior-En-Impresion-Offset-Y-Acabados/>
- Novoa, L., & Brouwer, J. (2018). Dynamics of an integrated solar photovoltaic and battery storage nanogrid for electric vehicle charging. *Journal of Power Sources*, 399(March), 166–178. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2018.07.092>
- Ornetzeder, M., & Rohracher, H. (2015). Of solar collectors , wind power , and car sharing : Comparing and understanding successful cases of grassroots innovations. *Global Environmental Change*, 23(5), 856–867. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.12.007>
- Pan, H. (2017). A portable renewable solar energy-powered cooling system based on wireless power transfer for a vehicle cabin. *Applied Energy*, 195, 334–343. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.03.069>
- Qi, L., Pan, H., Zhu, X., Zhang, X., Salman, W., Zhang, Z., & Li, L. (2017). *A portable solar-powered air-cooling system based on phase-change materials for a vehicle cabin*. 150(May), 148–158. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.07.067>
- Rosato, A., Ciervo, A., Ciampi, G., Scorpio, M., Guarino, F., & Sibilio, S. (2020). Impact of solar field design and back-up technology on dynamic performance of a solar hybrid heating network integrated with a seasonal borehole thermal energy storage serving a small-scale residential district including plug-in electric vehicles. *Renewable Energy*, 154, 684–703. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.053>
- Valdez, C. (2018). *“ Diseño Y Fabricación De Un Automóvil De Energía Solar Para Personas Con Capacidades Diferentes El Huasteco ”*.