UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Fundada en 1952

RIEMAT
Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología:

Sistema autónomo de limpieza para paneles solares

Autonomous cleaning system for solar panels

Autores

Yilliam Ricardo García Zambrano [1 *]
https://orcid.org/0000-0002-7111-5097

Jonathan Andrés Moreira Vera [2]
https://orcid.org/0009-0009-0632-5571

Frank Noé Saltos Quezada [2]
https://orcid.org/0000-0002-0026-5661

Idalia Elizabeth Salvatierra Moreira [2]
https://orcid.org/0009-0007-5018-9023

[1] Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
[2] Trabajador independiente. Portoviejo, Ecuador.

* Autor para correspondencia.
ygarcia7082@utm.edu.ec

Citacion sugerida: García, Z. Y., Moreira, V. J., Saltos, Q. F., & Salvatierra, M. I. (2023). Sistema autónomo de limpieza para paneles solares. *Revista de investigaciones en energía, medio ambiente y tecnología. RIEMAT, 8(1), pp. 1-6.* https://doi.org/10.33936/riemat.v8i1.6381

Recibido: 20/12/2022
Aceptado: 03/01/2023
Publicado: 05/01/2023

Resumen

Se construyó un sistema de limpieza autónomo programable para paneles fotovoltaicos, teniendo como objetivo principal mantener su limpieza de una manera eficiente, en conjunto con una relación calidad, mejorando así la eficacia del panel fotovoltaico, su tiempo de vida útil, en conjunto a una mejor estética, este proyecto ayuda a eliminar los posibles accidentes que se puedan suscitar al momento de realizar una limpieza de manera manual evitando caídas y otras dificultades al ser humano. El objetivo fue diseñar un sistema automático de limpieza de paneles fotovoltaicos en el sistema de práctica que se encuentra ubicado en la terraza del edificio 1, de la facultad de Ciencias, Matemáticas, Físicas y Químicas. Se realizó una búsqueda bibliográfica, y el método inductivo deductivo y un trabajo de campo. Se obtuvo como resultado el sistema de control de limpieza mediante un mecanismo que funciona básicamente con un régimen de escobillas individuales a cada panel.

Palabras clave: Paneles fotovoltaicos; Autónomo; Escobillas; Pulsador cerrado; Inversor.

Abstract

A programmable autonomous cleaning system was built for photovoltaic panels, with the main objective of maintaining their cleaning in an efficient manner, together with a quality relationship, thus improving the efficiency of the photovoltaic panel, its useful life, together with a better aesthetics, this project helps eliminate possible accidents that may arise when cleaning manually, avoiding falls and other difficulties for humans. The objective was to design an automatic cleaning system for photovoltaic panels in the practice system that is located on the terrace of building 1, of the Faculty of Sciences, Mathematics, Physics and Chemistry. A bibliographic search was carried out, and the inductive deductive method and field work were carried out. As a result, the cleaning control system was obtained through a mechanism that basically works with a regime of individual brushes for each panel, together with a water spray mechanism, which performs cleaning work.

Keywords: Photovoltaic panels; Autonomous; Brushes; Closed button; Investor.

1. Introducción

En la actualidad las fuentes renovables de energía se precisan como fuentes limpias para la diversificación del sistema energético donde la energía fotovoltaica como energía limpia puede ser implementada en diferentes sitios como áreas independientes, techos, balcones (Marin et al., 2018); pero mucho de los sistemas instalados presentan un problema que es la falta de limpieza dependiendo de su tamaño y sitio instalado que en muchos casos aparecen partículas de polvo excretas de aves, entro otros, provocando puntos calientes y disminuyendo la generación de energía (Navarrete et al., 2023), estos sistemas o mecanismo de limpieza no tienen un valor accesible en conjunto con un riesgo mayor en los casos que limpian de forma manual, esto a su vez puede causar un daño irremediable al trabajador (Franco et al., 2021; Giraudy Arafet et al., 2014).

Existen algunos estudios realizados en sistemas de limpieza de paneles fotovoltaicos (Montaluisa & Ramos, 2012), ellos obtuvieron un sistema demostraron que el panel solar es limpiado de la ceniza volcánica proveniente del volcán, tanto de manera automática local, como de manera automática desde el Instituto (Hernández y Santos, 2021). También se investigó como limpiar los paneles fotovoltaicos para obtener mejores rendimientos en la generación de energía por otros investigadores (EcoInventos, 2021), este fue un proyecto que logró proyecto de investigación europeo que se desarrolló con una tecnología de recubrimiento fotovoltaico autolimpiante y capaz de mejorar un 4% la eficiencia de los módulos solares. La limpieza de los paneles solares se hace de esta forma fácil y económica (Porta & Narvaez, 2023).

Existen algunos tipos de limpieza que lo hacen utilizando el robot mediante procesos o sistemas autónomos por ejemplo el diseño y la fabricación de un prototipo en plantas fotovoltaicas de Bolivia (Núñez et al., 2021), ellos realizaron un análisis de la capacidad del prototipo, determinando sus costos y tiempo que demora en la limpieza de distintas plantas fotovoltaicas de Bolivia.

Con el uso del robot de limpieza se requieren de una supervisión en su momento limitando, la cantidad de veces que se deseen limpiar los paneles fotovoltaicos ya sea por su economía o disposición de las personas. La falta de limpieza de los paneles fotovoltaicos causa recalentamiento (Varela, 2023), deficiencia y puntos calientes que se crean a partir de las impurezas (López et al., 2023).

Es por este motivo que se tomó la iniciativa de realizar un sistema autónomo que facilite la limpieza de los paneles fotovoltaicos sin la necesidad de la presencia humana para realizar esta acción en conjunto con una programación la cual puede ser modificada en base a su requerimiento.

2. Materiales y Métodos

Se realizó un estudio a partir de equipos tecnológicos, que ayudan a tener un pensamiento crítico en basado en la identificación de los diferentes estados de los paneles, es decir, cuando se encuentran limpios en comparación cuando están sucios, estos a su vez al estar con impurezas crean puntos calientes en los paneles fotovoltaicos (Flores, 2023), se empleó el análisis y estudio mediante la cámara termográfica de las condiciones de los paneles para garantizar su óptimo funcionamiento. Se utilizó el método de revisión bibliográfica y el método inductivo deductivo que permitió poder diseñar el sistema de limpieza y ponerlo en funcionamiento.

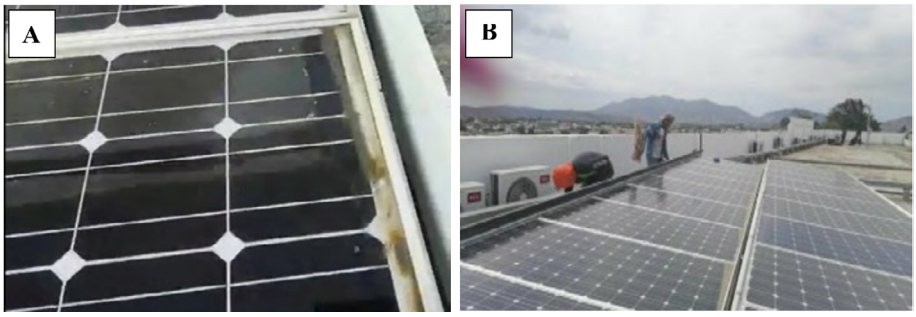
3. Resultados y discusión

El proceso de remoción de partículas que afectan el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos, se analizó, así como las problemáticas de las partículas como basura, heces de aves, entre otros; que afectan el rendimiento de los paneles fotovoltaicos (León et al., 2021), por diferentes razones se decidió aplicar un sistema autónomo, que estaría básicamente conformado por escobillas, un sistema de aspersión que ayudó

a mantener limpio los paneles fotovoltaicos para un mejor rendimiento en la imagen de la figura 1 en (A) se muestran los paneles sucios y en (B), se observan los paneles ya limpios.

Figura 1

Paneles sucios (A) y en (B) paneles limpios.



Fuente: Elaboración Propia

En las imágenes se pueden observar las suciedades en (A) y los paneles limpios en (B), cuando se emplea el dispositivo, se logran eliminar las impurezas y suciedades acumuladas en el tiempo.

Sistema de aspersión y escobillas

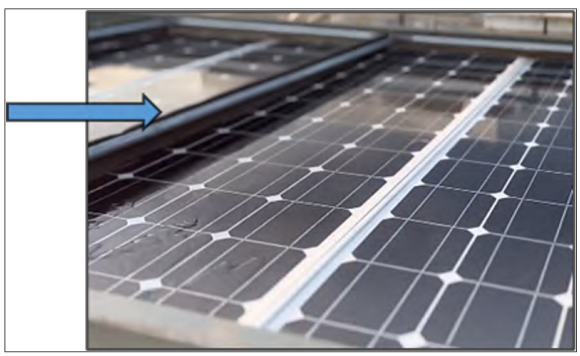
Analizando las variantes y los factores que ayudaría a favores la extracción de las partículas que se encuentran en los paneles fotovoltaicos se propuso el uso de escavillas para su remoción; las escavillas son de un material flexible similar a la goma de una rigidez muy baja para evitar rajaduras y/o desniveles en los paneles fotovoltaicos, estas escavilla están montadas en una estructura metálica con tornillos para nivelar su altura; donde esta estructura tendrá colocado las escobillas de manera paralela sobre de los paneles fotovoltaicos, esta estructura será movida por un motor de 12 voltios y un sistema de rieles en sus laterales (García, 2023).

Cada uno de los paneles fotovoltaicos tendría una escobilla designada, pero solo estará una estructura metálica.

Para evitar una acción abrasiva en la superficie de los paneles fotovoltaicos por culpa de las partículas que son arrastradas por las escobillas; se optó por usar un sistema de aspersión de agua. El sistema de aspersión de agua sería un tubo con agujeros consecutivos en la parte de mayor altura del panel donde se ubicaría debajo de uno de los rieles de la estructura metálica. Este sistema siempre será accionado antes de hacer los barridos para humedecer el área y remover las partículas sueltos o menos densas, pero su labor más importante es evitar la fricción de las partículas al ser barridas con la superficie del panel fotovoltaico. En la imagen de la figura 2, se observa el sistema realizando el proceso de limpieza.

Figura 2

Sistema de limpieza.



Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar el sistema de limpieza del sistema fotovoltaico, este permite mantener el sistema limpio porque está programado para abastecer para realizar la limpieza diariamente, lográndose eliminar todas las suciedades que se deposita en los módulos.

Sistema autónomo

El sistema autónomo que se utilizó está conformado por 3 timer y una válvula solenoide agua (la válvula solenoide de agua es un sistema electromecánico que abre y cierra el pase de agua), donde los timer pueden ser remplazados por un PLC o Arduino equipado con relés.

Los timer esta distribuidos como timer 1 que está integrado acciona al inversor de corriente, este se encuentra conectado a 110 V, primero se enciende y su segunda operación es apagar el sistema.

El timer 2, acciona a la válvula solenoide de agua, está conectado a 110 V, es el segundo en encenderse y el primero es apagarse,

El timer 3, acciona el motor de las escobillas, está conectado a 12 V, es el último en encenderse y es el que apaga después del timer 2,

El Timer 1 es utilizado para evitar que el inversor de corriente este encendido todo el tiempo, que conlleva a un gasto innecesario de energía o su descomposición. Todos los Timer son programables a la hora y frecuencia que sea requerida la limpieza, independientemente si hay particular o no. Este sistema también pude ser controlado de manera remoto utilizando una app y estando conectado a la red, para accionar el sistema de manera inalámbrica, solo si el sistema y el usuario está conectado a la red. En la figura 3 en (A) se muestra el esquema del sistema de autolimpieza y en (B) el circuito diseñado que hace actuar de forma automática la limpieza de los paneles fotovoltaicos.

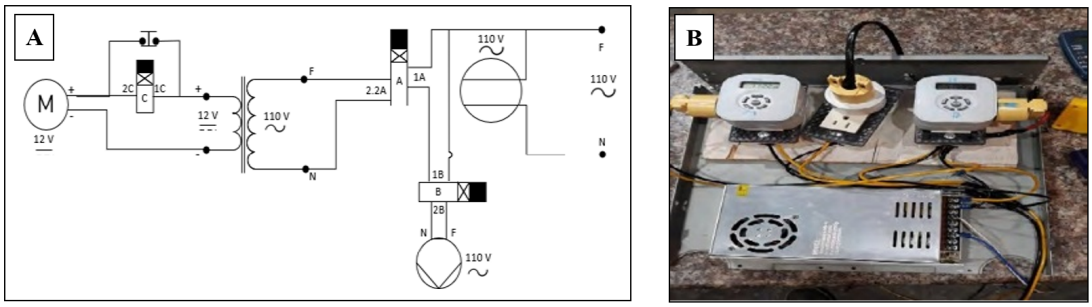
Como se nota en la figura 3 (A) se encuentra el diseño técnico del

sistema propuesto y en (B) la imagen del sistema.

Todo el trabajo de investigación permitió lograr u sistema de limpieza que esta programado para realizar diferentes actividades de forma automática y es bueno reconocer que lleva vais meses en funcionamiento sin presentar dificultades y logrando mantener los paneles fotovoltaicos limpios.

Figura 3

Esquema del sistema de autolimpieza (A) y en (B) circuito realizado que hace actuar de forma automática la limpieza de los paneles fotovoltaico.



Fuente: Elaboración Propia

4. Conclusiones

Se logró construir un sistema autónomo de limpieza de paneles fotovoltaicos que es económico, eficientes y que puede existir en Ecuador y muchos países de Latinoamérica, debido a su eficacia, debido a que el sistema queda instalado en el sistema de paneles fotovoltaicos, realizando una única inversión que en comparación de otros sistemas se deben de realizar cada cierto tiempo, o por mucho, más difíciles de encontrar en países subdesarrollados.

El sistema autónomo es pensado en disminuir el riesgo que tiene el ser humano, al realizar la limpieza manual de los paneles fotovoltaicos, al igual que permite aprovechar con eficiencia la radiación solar que incide los paneles fotovoltaicos.

5. Referencias bibliográficas

EcoInventos. (2021). Paneles solares siempre limpios y más eficientes, el secreto de SolarSharc. Obtenido de https:// ecoinventos.com/solarsharc/

Franco, S. C., Lopez, M. B., & Peña, N. S. (2021). Effect of meteorological variables and particulate matter sedimentation on the energy efficiency of solar panels. In 2021 Congreso Colombiano y Conferencia Internacional de Calidad de Aire y Salud Pública (CASAP) pp. 1-4. IEEE. DOI: 10.1109/CASAP54985.2021.9703431

Flores, E. (2023). Puntos calientes en placas solares. EnchufeSolar. https://enchufesolar.com/blog/puntos-calientes-placas-solares/

García Tamayo, J. G., & Herrera Fernández, F. B. (2023). Modelado de un parque solar fotovoltaico de empleo industrial. Ingeniería Energética, 44(1), 125-131. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59012023000100125&script=sci_arttext

Giraudy Arafet, C. M., Massipe Cano, I., Rodríguez Rivera, R., Rodríguez Gámez, M., & Vázquez Pérez, A. (2014). Factibilidad de instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red. Ingeniería Energética, 35(2), 141-148. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59012014000200007&script=sci_arttext

Hernández, A. G., & Santos, S. P. (2021). Modelling and experimental validation of aging factors of photovoltaic solar cells. IEEE Latin America Transactions, 19(8), 1270-1277. DOI: 10.1109/TLA.2021.9475857

León, F., García, M., Gelver, Y., & Parra, A. (2021). Efecto de la suciedad en el desempeño de módulos fotovoltaicos. Revista de ingeniería, 26(2), 273-283. doi:https://doi. org/10.14483/23448393.16601

López Esparza, K. E., Perez Bustamante, R., & García Ferrera, G. R. (2023). El impacto de los mantenimientos preventivos en los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red de distribución eléctrica. Revista Politécnica de Aguascalientes, 2. http://revistapolitecnicaags.upa.edu.mx/wp-content/uploads/2023/12/V2103_f.pdf

Marin, D. S., Zalamea, E. F., & Barragan, E. A. (2018). Potencial fotovoltaico en techumbres de edificios industriales de alta demnda energético. Revista hábitat sustentable, 8(1). doi:http://dx.doi.org/10.22320/07190700.2018.08.01.03

Montaluisa, D., & Ramos, M. C. (2012). Diseño y construcción de un sistema automático para la limpieza de paneles solares / María Elizabeth Cajas Chicaiza, Montaluisa Ipiales Diego Fernando.a.https://biblioteca.epn.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=11541&query_desc=au%3A%22Montaluisa%20Ipiales%2C%20 Diego%20Fernando%2C%22

Navarrete, I. H., Valarezo, L. A., Guamán, J. C., Mera, J. C., Balderramo, N. R., & Pérez, E. (2023). Detección de puntos calientes mediante camaras termográficas en paneles fotovoltaicos en la Universidad Técnica de Manabí. Semiconductor Optoelectronics, 42(1), 888-896. https://www.bdtgd.cn/article/view/2023/888.php

Núñez, W. B., Durandal, E., & Fernández, M. (2021). Desarrollo de un prototipo de limpieza de paneles fotovoltaicos. Acta Nova, 10(2). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_

arttext&pid=S1683-07892021000200147

Porta, J. J. Z., & Narvaez, D. I. (2023). A Review on Mobile Robots and its Design Requirements to Clean Solar Photovoltaic Modules. In 2023 IEEE XXX International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON) (pp. 1-7). IEEE.DOI: 10.1109/TLA.2021.9480149

Varela, R. (2023). Mantenimiento y limpieza de placas solares fotovoltaicas. ESR Energy Solutions. https://esr.solar/mantenimiento-y-limpieza-de-los-paneles-solares-fotovoltaicos/