

Universidad Nacional Del Altiplano

OFICINA UNIVERSITARIA DE INVESTIGACIÓN



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN 2021

“CARACTERIZACIÓN DE SISTEMA SOLAR HÍBRIDO PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y TÉRMICA EN LA REGIÓN ALTIPLÁNICA DE PUNO”

AUTORES:

Dr. Antonio Holguino Huarza

Mg. Víctor Román Salinas.

Docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura del Departamento Académico de Físico Matemáticas

PUNO

Enero – 2021

RESUMEN

El presente proyecto de investigación, tiene como objetivo caracterizar sistema híbrido fotovoltaico, para la obtención de la energía eléctrica y térmica, en la región altiplánica de Puno, la metodología utilizada es el sistema de panel solar fotovoltaico con acoplamiento de sistema de tubos recuperadores de calor, de alta conductividad térmica y como instrumentos de medición son los termostatos y medidores de corriente eléctrica, como resultado es la eficiencia del sistema híbrido en la generación de energía eléctrica y térmica.

Palabras clave: Sistema híbrido fotovoltaico, energía solar, eléctrica y térmica, conductividad térmica,

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Extensas zonas geográficas del altiplano peruano, que abarca casi en su totalidad el departamento de Puno perciben intensa radiación solar. En cierto aspecto este fenómeno físico es dañino; pero en otros casos abre una posibilidad de la disponibilidad de energía libre, que puede ser aprovechada a través de sistemas dinámicos y pasivos de transformación de energías.

Por otra parte, los Colectores solares y paneles fotovoltaicos aprovechan la radiación solar y la transforman en energía térmica y eléctrica respectivamente con instalaciones completamente independientes; implicando disponer de mayor espacio superficial. Los sistemas solares híbridos (producción de electricidad y calor al mismo tiempo), ofrecen una propuesta para combinar sistemas fotovoltaicos con intercambiadores de calor, al hacer circular un líquido frío por debajo de un conjunto de módulos fotovoltaicos, el sistema se enfría, aumentando su eficiencia de conversión de energía, al mismo tiempo que se aprovecha el calor (Rivera Garcia, 2020).

El calor acumulado en el sistema fotovoltaico, puede convertirse en un problema, referente a la vida útil de los materiales componentes del panel solar fotovoltaico, además a altas temperaturas, se reduce drásticamente la eficiencia de las celdas solar y se arriesga a un daño estructural permanente debido al estrés térmico. Este problema no conduce a formular la siguiente interrogante, “¿será posible aprovechar

la energía térmica acumulada en celdas solares fotovoltaicas, mediante circulación de un líquido refrigerante y al mismo tiempo aprovechar en termas solar?, de esta manera reducirlas al mínimo la acumulación de altas temperaturas en el sistema, logrando así incrementar la aumentar la eficiencia del sistema en conjunto respecto a los sistemas térmicos y fotovoltaicos por separado. Para lo cual se propone la caracterización de un sistema híbrido de sistema fotovoltaico y al mismo tiempo concentración solar. Por otra parte, según Ministerio de Energía y Minas (Minem). En el Perú actualmente operan siete parques o planta solares fotovoltaicas, ubicados en su mayoría en las regiones de Moquegua, Arequipa y el departamento de Ica, con una capacidad total instalada de 284.48 MWp conectados al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional SEIN y actualmente se tiene proyectado construir la octava planta solar, denominada Las Dunas de 150 MWp, todas ellas sufrirán daño estructural permanente debido al estrés térmico con el transcurrir el tiempo, en la región de Puno no se cuenta con plantas de la magnitud que cuenta las regiones antes mencionadas, salvo en las islas del lago Titicaca, se cuenta con paneles fotovoltaicos de menor escala para abastecer de electricidad solamente, desaprovechando el calor acumulado en el sistema.

2. ANTECEDENTES.

Se tiene un sistema térmico para retirar calor de un panel fotovoltaico, mediante adhesión de elementos disipadores de calor y un canal para el flujo controlado de aire, cuando la capacidad de remoción de calor con flujo másico de 0,237 kg/s, la temperatura de la superficie del sistema, se reduce de 55°C a 37°C, condición que favorece el desempeño eléctrico del panel fotovoltaico(Vicente Flores Lara*, Jorge Bedolla Hernández, Marcos Bedolla Hernández, 2019).

Las condiciones geográficas y los niveles altos de radiación propios del Ecuador en general, benefician considerablemente a la instalación de sistemas solares híbridos térmicos – fotovoltaicos, para cubrir la demanda energética de hoteles, simultáneamente de electricidad y agua caliente sanitaria en un panel fotovoltaico(Chiluiza Espín, 2018).

Se ha estudiado el módulo fotovoltaico, sus posibilidades de uso, la integración a la rehabilitación arquitectónica y a la función ambiental. En donde se propone aprovechar el aire caliente remanente del producto de la refrigeración del sistema fotovoltaico, para calefacción viviendas, calculando rendimientos eléctricos y

aportes térmicos, donde evidentemente que los mejores resultados son de sistema térmico directo y los combinados son los menos favorecidos que pueden ser reforzados con sistemas térmicos puntuales (Carolina Ganem y Alfredo Esteves, 2004).

En la actualidad, las células solares comerciales son menos eficientes para convertir la radiación solar en electricidad, debido a que, durante la conversión de energía eléctrica, la mayor parte de la energía absorbida se disipa al entorno. Una alternativa que mejoraría la eficiencia energética es el sistema híbrido cuya función es la generación de energía eléctrica, así como la recolección de energía térmica al mismo tiempo.(Jia et al., 2019)

Mediante el análisis energético de un sistema híbrido de climatización en los hoteles cubanos, se realizaron los cálculos bajo los principios termodinámicos, utilizando información estadística de los datos meteorológicos y energéticos, demuestran que los sistemas híbridos constituyen una alternativa de uso de fuentes energías renovables y técnicas nobles que reduce el consumo de energía eléctrica y reducción del impacto ambiental(Torres, 2015)

La energía que absorbe un módulo fotovoltaico se representa como energía térmica que manifiesta como calentamiento de la placa, por arriba de la temperatura ambiente y de la temperatura estándar de operación del módulo. Se presentan los resultados de una investigación realizada a un sistema híbrido fotovoltaico térmico, con el propósito de evaluar el desempeño térmico, eléctrico y exergético. El diseño híbrido se obtiene a partir de un módulo fotovoltaico con acoplamiento de un recuperador de calor tipo canal. Se obtienen valores de eficiencia térmica que van de 12% a 63%. La eficiencia eléctrica varía 4.5% al pasar de flujo natural a forzado y no se muestra influencia significativa de la temperatura de operación, la eficiencia exergética depende del coeficiente de Carnot y este crece conforme la temperatura de salida del fluido crece, por lo que con flujo natural la eficiencia exergética es máxima.(Flores et al., 2017)

Los sistemas térmicos acoplados a un panel fotovoltaico, sin mayor importancia de su configuración geométrica, utilizan un fluido que provoca el enfriamiento de los paneles fotovoltaicos, mediante este proceso se genera la energía térmica, debido a que el fluido de trabajo remueve el calor de la superficie caliente, como consecuencia de ello la generación de energía eléctrica es más efectiva.(Naseer et al., 2019)

3. JUSTIFICACIÓN

El alto costo económico del gas licuado de petróleo y la tala indiscriminada de árboles que comúnmente se utiliza para la cocción de alimentos, el uso de las energías convencionales y sus consecuencias ambientales como la contaminación del aire por la emanación de CO₂ y las enfermedades broncopulmonares, han permitido la necesidad de buscar alternativas en las fuentes de energías renovables que ayuden a cubrir la demanda generada por los sectores industriales y población en general. Además, los recursos energéticos renovables se presentan particularmente de acuerdo a la zona geográfica donde se busca el aprovechamiento, motiva mayor interés tener conocimiento del potencial energético que representa una fuente de energía renovable. Las fuentes de energía renovable disponibles en las distintas zonas climáticas permitan la potencial producción de energía térmica.

Por otra parte, en algunas comunidades rurales del sur del país, se han instalado sistemas los fotovoltaicos en pequeña escala, estos sistemas están sufriendo deterioros en sus estructuras de captación de la radiación solar, por acumulación de calor para su funcionamiento, al incluir un sistema que provoca el enfriamiento de los paneles fotovoltaicos mediante circulación de fluido, se aprovecharía energía térmica para el calentamiento de agua, evitando el problema de deterioro y mejorando la generación de energía eléctrica en sistema fotovoltaico.

4. HIPÓTESIS.

4.1 HIPOTESIS GENERAL.

Es posible caracterizar sistema híbrido fotovoltaico, para la generación de energía eléctrica y térmica en la región altiplánica de Puno.

4.2 ESPECIFICA

- Es posible caracterizar sistema híbrido fotovoltaico, para la generación de energía eléctrica y térmica en la región altiplánica de Puno.
- Es posible la evaluación de la temperatura del fluido recuperador de calor en la superficie de captación del sistema fotovoltaico

4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. OBEJTIVO GENERAL;

Caracterizar sistema híbrido para la generación de energía eléctrica y térmica, mediante circulación de fluido.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- caracterizar el sistema híbrido fotovoltaico en la generación de energía eléctrica y térmica.
- Evaluar la variación de la temperatura del fluido en la superficie de captación del sistema fotovoltaico.
- Evaluar la eficiencia del sistema en la producción de energía térmica para el calentamiento de agua.

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

a. construcción del sistema híbrido fotovoltaico.

El sistema híbrido a caracterizar, se adecuará el panel solar fotovoltaico, colocando en la superficie de captación, un conjunto de tubos para la circulación del fluido recuperador de calor.(Vicente Flores Lara*, Jorge Bedolla Hernández, Marcos Bedolla Hernández, 2019).

Recuperador de energía calorífica; consta de tubos de materiales de alta conductividad térmica colocado debajo del vidrio de la superficie de captación del panel solar fotovoltaico, por donde circula fluido recuperador de calor.

- **almacenamiento de agua caliente proveniente del sistema de recuperador de calor.** Consta de un tanque de material de baja conductividad térmica, 20 litros de capacidad, sujeto a la variación conforme a los resultados de recuperación de calor del sistema.

- **Zona de acceso de la radiación solar;** está constituida por doble capa de vidrio térmico, con orientación adecuada para la óptima captación de la radiación solar, esto es de aproximadamente 18° con respecto a la horizontal.

b. Evaluación de la eficiencia térmica

Para la evaluación se utilizarán dos fuentes:

- **Experimental;**

1. Se utilizarán termistores colocadas en diferentes partes del sistema: como en el área de captación de la energía solar, tanque de almacenamiento de agua caliente.
2. Se utilizarán instrumentos de medición de voltaje y corriente en el panel solar fotovoltaico para la evaluación de la energía eléctrica generada del sistema híbrido.

- **Una simulación numérica el uso de Matlab;** se elaborará un programa en Matlab, que permitan simular la eficiencia de acuerdo al principio de reflexión de los rayos solares de acuerdo a la inclinación de las placas en el transcurso de las horas de radiación solar.

Comparación estadística de os resultados experimental y simulación.

Referencias

- Carolina Ganem y Alfredo Estevesr. (2004). LA INTEGRACIÓN FOTOVOLTAICA EN LA REHABILITACIÓN AMBIENTAL EDILICIA Carolina. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Chiluiza Espín, S. J. (2018). *Análisis energético de paneles solares híbridos fotovoltaicos - térmicos en el sector hotelero en distintas zonas climáticas del Ecuador*. (pp. 2014–2015). <https://zaguan.unizar.es/record/10321/files/TAZ-TFM-2013-144.pdf>
- Flores, V., Bedolla, J., & Bedolla, M. (2017). *Tema A4 Termofluidos : (Energía Solar) Análisis energético y exergético para un sistema hibrido fotovoltaico térmico*. 193–199.
- Jia, Y., Alva, G., & Fang, G. (2019). Development and applications of photovoltaic–thermal systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 102(June 2018), 249–265. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.030>
- Naseer, A., Ali, H., Ahmed, A., & Awan, A. (2019). *EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF PHOTOVOLTAIC PANEL THERMAL FIFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN MECHANICAL ENGINEERING : ICAME 2019. December*.
- Rivera Garcia, A. T. (2020). CARACTERIZACIÓN DE SISTEMAS SOLARES HIBRIDOS PVT. In *Malaysian Palm Oil Council (MPOC)* (Vol. 21, Issue 1, pp. 1–9). <http://mpoc.org.my/malaysian-palm-oil-industry/>
- Torres, Y. (2015). Análisis energético de un sistema híbrido de producción de frío; Energy analysis of a hybrid air conditioning system. *Ingeniería Energética*, 36(1), 38–49.
- Vicente Flores Lara*, Jorge Bedolla Hernández, Marcos Bedolla Hernández, A. C. F. M. (2019). Sistema térmico para recuperar energía de desecho en panel fotovoltaico ”

Vicente Flores Lara *, Jorge Bedolla Hernández , Marcos Bedolla Hernández , Ana Cristina Fernández Muñoz. *Departamento de Metal-Mecánica, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco. Carretera Apizaco-Tzompantepec. Esq. Con Av. Instituto Tecnológico S/N, Conurbado Apizaco-Tzompantepec, Cp 90300, Tlaxcala, México.*