

PROTOTIPO DE CALENTADOR SOLAR PLANO DE USO DOMÉSTICO

Aguilera Vargas, Edwin Emmanuel (1), Violante Gavira, Amanda Enriqueta (2)

1 [Lic. Ingeniería Mecánica, Universidad de Guanajuato] | [ee.aguilervargas@ugto.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Mecánica, División de Ingenierías Campus Irapuato - Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [amanda@ugto.mx]

Resumen

México como muchos países en desarrollo tienen que incrementar la cultura del uso de las energías renovables, su posición geográfica es una fortaleza que se debe aprovechar, ya que se recibe una mayor cantidad de energía solar. En este contexto se resalta la importancia del uso de los calentadores solares como sistemas que operan con esta forma de energía limpia, por tanto, amigable con el medio ambiente. El presente estudio tuvo como finalidad realizar el diseño experimental de un calentador solar plano, a partir de materiales no convencionales y de bajo costo con fines de uso doméstico. Para lo cual se determinaron las características y dimensiones, se seleccionaron los materiales y se ensambló la estructura con los elementos complementarios, incluyendo los accesorios hidráulicos y de medición de temperatura. Los resultados del análisis de los datos obtenidos muestran la buena funcionalidad del calentador, cuya principal característica es el uso de tubos CPVC, toda vez que el rango de temperatura promedio, osciló entre los 38°C y los 41°C y la eficiencia térmica entre el 61% y 66%. Entre las áreas de oportunidad para futuras investigaciones, se propone aislar térmicamente el termotanque para disminuir pérdidas por transferencia de calor con el entorno.

Abstract

Mexico like many other countries in development have to increase the culture of renewable energies, due its geographic location is one advantage to use this kind of technologies, as receiving big amount of solar energy. In this context the importance of the use to solar heater, like a system that operate with this kind of clean energy, therefore friendly to the environment. The purpose of this study was made the experimental design of a flat solar heater, made with unconventional materials and low cost for domestic use. The characteristics and dimensions were determined, also the material and assembled with the complementary elements, including the hydraulic accessories and temperature measurement. The results obtained from the analysis show good functionality of the heater, which principal characteristic is the use of "CPVC" tubes, all the time that the temperature was between 38 °C and 41 °C and the thermal efficiency between 61% and 66%. In future opportunities to investigation, the purpose is thermal isolated the thermo tank to reduce losses due heat transfer with the environment.

Palabras Clave

Transferencia; Temperatura, efecto termosifón; termotanque; radiación solar.

INTRODUCCIÓN

Por su ubicación geográfica México es uno de los países con mayor riqueza para producir energía proveniente del sol. Prueba de ello es que nuestro país se convirtió en la sexta economía mundial más atractiva para la generación de energías renovables, y se tiene una gran inversión para favorecer la transición a las energías limpias haciendo así que se reduzca la dependencia de los elementos fósiles. Todos somos responsables de elegir la generación de energía por fuentes limpias para la protección y preservación del medio ambiente de México y todo el mundo [1]. La energía solar, como recurso terrestre, está constituida simplemente por la porción de luz que emite el sol y que es interceptada por la tierra [2]. La intensidad de la radiación solar en el borde exterior de la atmosfera, considerando la distancia promedio entre la tierra y el sol, se llama constante solar, y su valor medio es de 1353 W/m^2 , la cual varía aproximadamente un 0.2% en un periodo de 30 años. La intensidad de energía real disponible en la superficie terrestre es menor que la constante solar, siendo alrededor de 1000 W/m^2 , esto debido a la absorción y a la dispersión de la radiación que origina la interacción de los fotones con la atmósfera. Esta porción de energía se conoce como radiación directa [2].

Marco Conceptual.

Un calentador solar plano de agua es un sistema fototérmico capaz de utilizar la energía térmica del sol para el calentamiento de agua sin usar ningún tipo de combustible. Se compone de: un colector solar plano, donde se captura la energía del sol y se transfiere al agua; un termotanque, donde se almacena el agua caliente; y un sistema de tuberías por donde circula el agua [3]. La circulación por termosifón es el principio que mejor se adapta a los calentadores solares planos, ya que se tiene la posibilidad de instalar un termotanque por encima del colector solar. La diferencia de alturas entre el termotanque y el calentador garantiza la circulación del agua por el colector, gracias a la diferencia de densidad entre el agua caliente y el agua fría, ya que a medida que el agua se calienta por los tubos que conforman el colector, el agua caliente tenderá a subir gracias al agua fría, la cual, debido a su mayor densidad, tenderá a ubicarse en la parte inferior del colector [3].

Este estudio se ve relacionado directamente con la transferencia de calor, el cual se entiende como un proceso por el cual se intercambia energía en forma de calor entre dos o más cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura [. Los calentadores solares utilizan agua como fluido de trabajo aprovechando sus propiedades físicas y térmicas [4].

Marco Teórico

Entre las investigaciones previas que anteceden a este estudio destaca [2], quien realizó un diseño de calentador solar plano a base de materiales reciclables y de fácil acceso, en este caso latas de aluminio que envolvieron los tubos de CPVC, cuyas dimensiones fueron pequeñas lo que facilitó el armado de la estructura y un peso ligero; entre las desventajas de este diseño tenemos: la posibilidad de fuga de agua en las juntas de los tubos, la dificultad para hacer los orificios en las latas y la dificultad que representa el dar mantenimiento al sistema, esto debido a la problemática de pretender desensamblar la estructura del calentador por la naturaleza de los elementos que lo integran. En otra investigación [5] también consideró en su diseño, la utilización de materiales reciclables, variando la separación entre los tubos que constituyen la estructura, hasta encontrar la distancia óptima para mejorar la eficiencia térmica.

Justificación.

Hoy en día, el consumo de energía proveniente de los hidrocarburos ha incrementado los costos económicos y los impactos ambientales, debido al agotamiento de estos recursos naturales no renovables, por lo que es necesario hacer un cambio en nuestra cultura de consumo de fuentes de energía. Uno de los dispositivos que consumen gran cantidad de energía en los hogares son los calentadores de agua, los cuales pueden sustituir el uso de gas por energía solar.

Hipótesis.

Un calentador solar plano hecho con materiales no convencionales tiene la capacidad de aprovechar la energía solar con una eficiencia y calidad semejante a un calentador solar convencional.

Objetivos

Objetivo General.

Determinar las características de diseño para un colector solar plano con fines de uso doméstico y determinar su eficiencia térmica.

Objetivos Particulares.

1. Seleccionar los materiales y ensamblar la estructura del prototipo para realizar las pruebas experimentales.
2. Obtener datos empíricos para interpretar el funcionamiento del prototipo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el diseño del prototipo se escogieron materiales específicos de fácil acceso y bajo costo: 16 Tubos y accesorios de policloruro de vinilo clorado (CPVC), paneles de vidrio, poliestireno y triplay, estructura de madera, pintura negra mate en aerosol, lámina galvanizada, válvula de esfera, conexiones hidráulicas y un bidón de 120 L. Se armó el sistema cuyas dimensiones fueron 1.22 m de largo, 1.11 m de ancho y 0.16 m de profundidad. El calentador se conectó al termotanque con una diferencia de altura de 0.40 m, con entrada y salida de agua, donde se conectó una válvula de esfera para el control del flujo, necesaria para el mantenimiento del colector solar. Para la recolección de datos empíricos de temperatura a distinta hora del día, se instaló un termopar de tipo k conectado a un microcontrolador (Arduino Nano) mediante un circuito integrado MAX6675, el cual tuvo como función leer la diferencia de potencial creada por el termopar (del orden de milivolts) para amplificarla y enviarla al microcontrolador por medio de un protocolo de comunicación digital (SPI) conectado a una PC, donde finalmente se recibió la información. Los datos fueron registrados en tiempo real para siete días 8:00-17:00 h. Se determinaron las temperaturas máximas y mínimas por día, para calcular la eficiencia térmica del calentador, con la siguiente fórmula.

$$\eta = \frac{T_{Max} - T_{Min}}{T_{Max}} \quad (1)$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 podemos observar los valores de temperatura a cada hora desde las 08:00 hasta las 17:00 de los diferentes días, cuyos registros máximos (°C) son respectivamente de lunes a domingo: 48, 47, 49, 49, 47, 50 y 51; los registros mínimos (°C) son respectivamente de lunes a domingo: 19, 17, 18, 19, 20, 18 y 19.

Tabla 1: Tabla de temperaturas (°C) por día

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
08:00	19	17	18	19	20	18	19
09:00	24	23	23	24	25	25	26
10:00	29	27	28	29	28	30	32
11:00	36	34	34	33	32	35	37
12:00	40	39	39	38	37	39	41
13:00	45	44	44	43	42	46	46
14:00	48	47	49	49	47	50	51
15:00	47	45	46	47	44	47	49
16:00	42	41	42	42	39	42	44
17:00	37	37	38	38	34	36	38

En la tabla 2 podemos apreciar la eficiencia térmica diaria que se calculó con la fórmula (1) donde el rango de eficiencia estuvo entre el 61% y 66%. Además, se muestran los registros de temperatura media (°C) respectivamente de lunes a domingo, los cuales fueron: 38.0, 38.2, 39.1, 38.9, 38.7, 38.4 y 41.9.

Tabla 2: Tabla de eficiencia y temperatura media (°C)

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Eficiencia	61%	62%	62%	64%	63%	64%	66%
Promedio	38.0	38.2	39.1	38.9	38.7	38.4	41.9

La figura 1, muestra la variación de la temperatura de cada día del período estudiado entre las 08:00 y las 17:00 h. La figura 2, muestra gráficamente la variación de temperatura para el mismo período y en el horario 8:00-14:00 h. De donde podemos apreciar que la radiación solar tiene un mayor impacto a las 14:00 h, lo cual guarda una relación con el cenit que se presenta en la ciudad de Salamanca, el cual de acuerdo con [6] es a las 13:51 h.

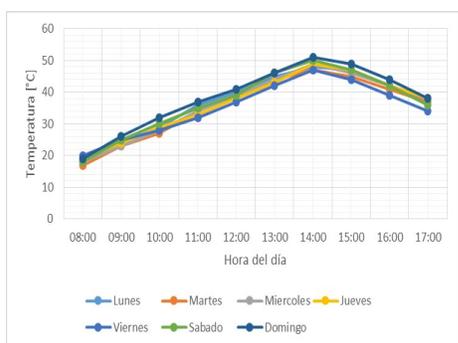


Figura 1: Grafica de la temperatura (°C) vs hora del día

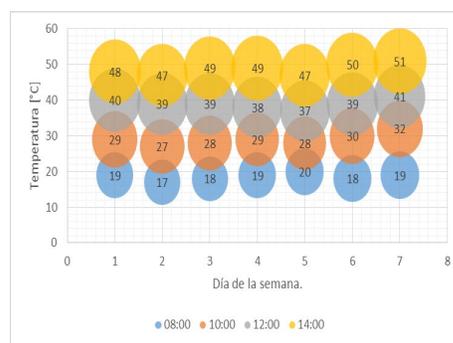


Figura 2: Grafico de temperatura (°C) vs día de la semana

Con base en los resultados obtenidos, consideramos que el calentador solar que hemos diseñado y trabajado experimentalmente cumple con la temperatura adecuada para el uso de aseo personal, como principal uso doméstico de este sistema, recomendada por [7] indicando que la temperatura habitual para la higiene personal se encuentra entre 29°C y 37°C.



Figura 3: Vista frontal del calentador solar



Figura 4: Vista lateral del calentador solar

CONCLUSIONES

Consideramos que se cumplieron los objetivos trazados en este estudio los cuales fueron: determinar las características de diseño del calentador solar plano, la selección de materiales y ensamblaje de la estructura, para posteriormente realizar las pruebas experimentales con la finalidad de obtener datos empíricos, cuyo análisis demuestra que se logró una eficiencia térmica adecuada. Además, la hipótesis planteada, fue acertada ya que el sistema diseñado con materiales no convencionales (principalmente tubos de CPVC) tiene la capacidad de aprovechar la energía solar, la temperatura promedio osciló entre los 38°C y los 41°C. Este valor es adecuado para los distintos fines que puede tener en las actividades de uso doméstico. Dentro de las mejoras que puede tener este sistema en investigaciones futuras, está procurar realizar las mediciones en un lugar donde las sombras sean nulas, lo que favorece un mayor aprovechamiento de la radiación solar. Otro factor que se puede considerar en la optimización de la temperatura del agua de salida es resguardar el termotanque en una estructura aislada térmicamente, para evitar transferencia de calor entre el agua interior y el aire atmosférico.

REFERENCIAS

- [1] SENER, (2018). Por su privilegiada ubicación geográfica México es uno de los países con mayor riqueza para producir energía a base del viento y del sol. México. Recuperado de <https://www.gob.mx/sener/articulos/por-su-privilegiada-ubicacion-geografica-mexico-es-uno-de-los-paises-con-mayor-riqueza-para-producir-energias-a-base-del-viento-y-el-sol?idiom=es>
- [2] Gómez, C. & Begoña, M., (2012). Construimos un calentador de agua solar para trabajar la sostenibilidad. Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, Vol. 9, 143 – 154.
- [3] Pilatowsky, I. & Martínez, R., (2009). Sistemas de Calentamiento Solar de Agua. México: Trillas.
- [4] Mazari, M., (2018). El agua como recurso. México. Recuperado de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/54/el-agua-como-recurso>
- [5] Herrera, C. & Andrade, M. A., (2010). Estudio técnico-económico de colectores solares planos para zonas rurales del estado de Oaxaca. Investigación y Ciencia, 55 – 68.
- [6] Manatechs, (2018). Hora de salida y puesta del sol en Salamanca. México. Recuperado de https://salidaypuetadelosol.com/mexico/salamanca_14386.html
- [7] Herrerías, G., (2018). La temperatura ideal del agua de la ducha, entre 25 y 30 grados. México. Recuperado de <https://www.correofarmaceutico.com/tododermo/cuidados-de-la-piel/la-temperatura-ideal-del-agua-de-la-ducha-entre-25-y-30-grados.html>