Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2011), Engineering for a Smart Planet, Innovation, Information Technology and Computational Tools for Sustainable Development, August 3-5, 2011, Medellín, Colombia.

Diseño y evaluación de un colector solar con parámetros de insolación para la Costa Sur de Jalisco, México

César Sedano
Universidad de Guadalajara, Autlán, México, cesar.sedano@cucsur.udg.mx

Donato Vallín
Universidad de Guadalajara, Autlán, México, dvallin@cucsur.udg.mx

Alfredo Luna
Universidad de Guadalajara, Autlán, México, alfred@cucsur.udg.mx

Juan Sedano
Universidad de Guadalajara, Autlán, México, juan.sedano@cucsur.udg.mx

Joel Morán
Universidad de Guadalajara, Autlán, México, mjoel@cucsur.udg.mx

RESUMEN

Un colector solar es un dispositivo diseñado para recoger la energía irradiada por el sol y convertirla en energía térmica. En el desarrollo de aplicaciones que operan a base de energía solar, la forma ideal de obtener más energía por unidad de tiempo es aumentando el tamaño del área receptora y orientándola hacia el sol. En este trabajo de investigación se diseñó y evaluó un colector solar plano de tubos de cobre, bajo condiciones de inclinación y dirección respecto al sol, para el punto (19°45' N, 104°21' O) donde se localiza Autlán de Navarro, Jalisco, México. Cubriendo en forma particular la manera de elevar su eficiencia, utilizando una válvula de compuerta actuada por una celda electrónica de fotocontrol para permitir flujo del agua dentro del colector sólo durante la presencia de luz solar, limitando pérdidas de calor en el termotanque por las noches al presentarse flujo inverso en el interior del colector, manteniendo por mayor tiempo el calor ganado por el agua en el termotanque durante la noche. Para poder utilizarlo como solución a diferentes problemas o necesidades que surgen en el desarrollo de la región.

Palabras claves: Colector, irradiada, langley, insolación, fotocontrol.

ABSTRACT

A solar collector is a device designed to pick up the energy irradiated by the sun and to transform it into thermal energy. In the development of applications that they operate with the help of solar energy, the ideal form of obtaining more energy for unit of time is increasing the size of the receiver area and guiding it toward the sun. In this investigation work it was designed and it evaluated a plane solar collector of copper pipes, under conditions of inclination and address regarding the sun, for the point (19°45' N, 104°21' W) where Autlán is located of Navarrese, Jalisco, Mexico. Covering in form matter the way to elevate their efficiency, using a floodgate valve acted by an electronic cell of photocontrol to only allow flow of the water inside the collector during the presence of solar light, limiting heat losses in the termotank at nights when being presented inverse flow inside the collector, maintaining for more time the heat won by the water in the termotank during the night. To be able to use it as solution to different problems or necessities that arise in the development of the region.

Keywords: Collector, irradiated, langley, heatstroke, photocontrol.

1. INTRODUCCIÓN

La energía solar es una fuente energética renovable, que se ha usado históricamente con diferentes fines. El calentamiento de agua mediante el sol es un método común en varios países del mundo, en algunos casos si una unidad solar es usada como suplemento en un calentador regular de agua, aquella puede ahorrar hasta el 90% de la energía usada por el sistema convencional. En ciertas partes del planeta no es necesario un calentador convencional de agua, pues la unidad solar puede abastecer suficiente agua caliente (38ºC a 55ºC). La radiación solar es difusa y el promedio anual de potencia solar recibida por una superficie de un metro cuadrado sobre la tierra por este concepto es de 50 kilolangleys ó 580 KWh/m^2. Son pocas las regiones del globo terráqueo que reciben más de 180 kilolangleys (1 langley = 1cal/cm^2), ó 2000 KWh/m^2 de insolación por año, cuando se habla de insolación, se refiere a la energía total radiante que proviene del sol y que incide en un área unitaria de un plano horizontal localizado sobre la superficie de la tierra. Incluye toda la energía en las longitudes de onda emitidas por el sol (aproximadamente 0.1 a 7.0 micrones), (Paz Gutiérrez, 2006).

1.1 COLECTORES SOLARES PLANOS

Los colectores solares se dividen en captadores de baja temperatura, utilizados fundamentalmente en sistemas domésticos de calefacción y colectores de alta temperatura conformados mediante espejos. El colector solar plano, consiste en una caja plana metálica por la que circula un fluido, que se calienta a su paso por el panel, que puede ser a su vez protegido con un vidrio que limita las pérdidas de calor. Trabaja haciendo pasar un líquido a través de él, convirtiendo la energía luminosa del sol en calor y elevando la temperatura del líquido que fluye. Para atrapar la energía solar y convertirla en calor se utiliza un proceso en que toda superficie negra expuesta al sol se pondrá más caliente que una de cualquier otro color. Una pintura negra mate no brilla y por lo tanto no pierde energía por reflexión. Por consiguiente, si una superficie se pinta de negro mate y se pone un líquido en contacto con la parte posterior, el líquido se calentará eficientemente. Este simple aparato es llamado el “absorbente”, (Figura 1). Usualmente es una lámina de metal con pasajes para el líquido los cuales están pintados de negro mate por un lado.

Figura 1. Colector Solar Plano fabricado en CUCSUR

Una vez que la energía solar se convierte en calor y que se absorbe por el líquido, se debe aislar el absorbente térmicamente para prevenir pérdidas de calor. La parte posterior del absorbente así como los lados deben aislarse con fibra de vidrio o espuma de uretano. Las pérdidas de calor por el lado soleado del absorbente se reducen con una cubierta de vidrios. El vidrio transmite la radiación solar de alta energía (pequeñas longitudes de onda) hacia

el absorbente y retarda la radiación de pequeña energía (grandes longitudes de onda) que es emitida por el absorbente caliente hacia el exterior, también evita que las corrientes de aire lo enfríen, (Figura 2).

El sistema que ayuda a la circulación del líquido dentro del sistema propiamente diseñado y construido es automáticamente por acción termosifónica (llamada también convección natural). Estos principios de flujo por termosifón pueden ser usados con excelentes resultados en un calentador solar. En tanto la energía solar incida en el absorbente del colector y caliente el líquido que contiene, este líquido (liviano) sube. Éste es empujado por el líquido frío (más pesado) en la entrada del colector. En tanto que el líquido frío llega al absorbente, se calienta, sube y más líquido frío empuja de la parte inferior del colector. Así se establece el flujo y continuará hasta que el líquido deje de ganar calor del sol, esto es, hasta que ya no haya suficiente calor para subir la temperatura del fluido en su paso por el absorbente.

Figura 2. Aislamiento de la parte posterior a base de cartón y fibra de vidrio

En sí, las partes del colector solar plano son las siguientes, ver Figura 3: (1) el absorbente conformado por el colector de tubos de cobre, para convertir la radiación solar en calor, (2) la cubierta de vidrios para detener la pérdida de calor hacia afuera del colector, (3) el aislamiento de los lados y de la parte inferior para impedir también la pérdida de calor. Todo esto se mantiene junto por (4) el marco o base del colector. Debido a la naturaleza intermitente de la radiación solar, en la mayoría de los sistemas de calentamiento de agua por el sol se necesita un tanque de almacenamiento (5) para tenerla disponible cuando se necesite. Este tanque ó termotanque debe alimentar al colector solar y éste al primero.

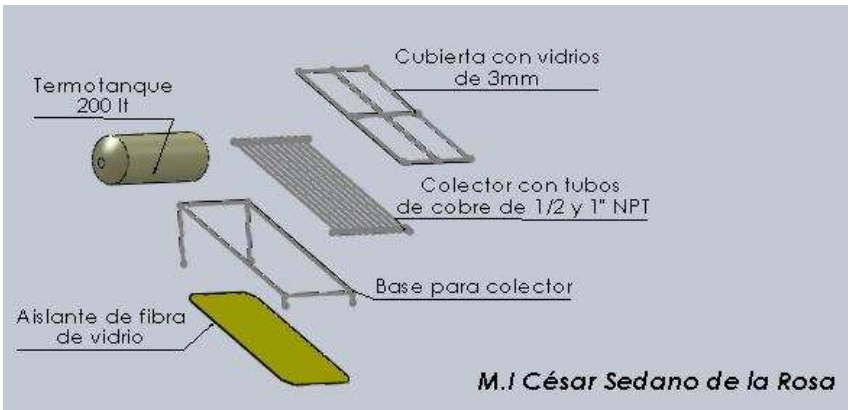

Figura 3. Partes que conforman un colector solar plano

1.2 DECLINACIÓN SOLAR Y RADIACIÓN

En el estudio de los procesos térmicos solares es muy importante el medio de captación de la energía solar, ya que con base en esto se puede diseñar todo un sistema que opere utilizándola y aprovechando el mayor porcentaje posible. Para recolectar la mayor cantidad de energía radiante procedente del sol, es necesario contar con un sistema de colectores que ofrezcan su cara perpendicular a la incidencia de los rayos solares, a la hora en que el sol se encuentra en su posición más alta sobre el meridiano local es decir12 horas tiempo solar, (Paz Gutiérrez, 2006).

Las tecnologías desarrolladas para convertir la energía solar en energía utilizable por el hombre dependen sustancialmente de la disponibilidad de la radiación solar que varía de manera importante en diferentes climas y regiones. Para seleccionar y diseñar la tecnología más apropiada para una región en particular, es necesario básicamente el caracterizar los diversos aspectos de la radiación solar en esa región. Datos confiables de radiación directa normal y radiación global son necesarios para el dimensionamiento de una gran cantidad de sistemas de energía solar, así como para el estudio comparativo de los sitios de ubicación de los sistemas, estos datos de radiación solar deberán estar disponibles junto con otros parámetros meteorológicos, como temperatura ambiente, temperatura de bulbo húmedo y velocidad del viento, los cuales también pueden afectar el comportamiento de algunos tipos de sistemas de energía solar, (Estrada-Cajigal, et al., 2005). En la figura 4, se muestra un mapa de irradiación promedio mensual para la república mexicana (mapa de isohelias), en donde las condiciones de inclinación y dirección respecto al sol, para el punto (19°45’ N, 104°21’ O) donde se localiza Autlán de Navarro, Jalisco, México.

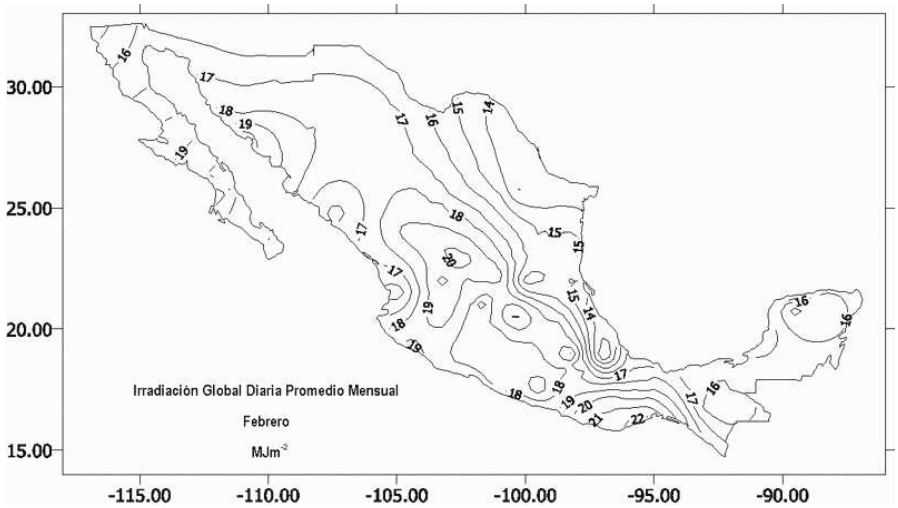

Figura 4. Mapa de isohelias para la República Mexicana, (Instituto de ingeniería UNAM, 2005)

2. METODOLOGÍA Y DESARROLLO EXPERIMENTAL

2.1 METODOLOGÍA

Este colector solar plano funciona aprovechando el efecto invernadero, el mismo principio que se puede experimentar al entrar en un coche estacionado al sol en verano. El vidrio actúa como filtro para ciertas longitudes de onda de la luz solar, deja pasar fundamentalmente la luz visible y es menos transparente con las ondas infrarrojas de menor energía. El sol incide sobre el vidrio del colector, que siendo muy transparente a la longitud de onda de la radiación visible, deja pasar la mayor parte de la energía. Esta calienta entonces la placa colectora que a su vez se convierte en emisora de radiación de onda larga o infrarrojos, menos energética. Pero como el vidrio es muy opaco para esas longitudes de onda, a pesar de las pérdidas por transmisión, el recinto de la caja se

calienta por encima de la temperatura exterior, (Figura 5). Al paso por la caja, el fluido caloportador que circula por los tubos de cobre se calienta y se transporta esa energía donde se desee.

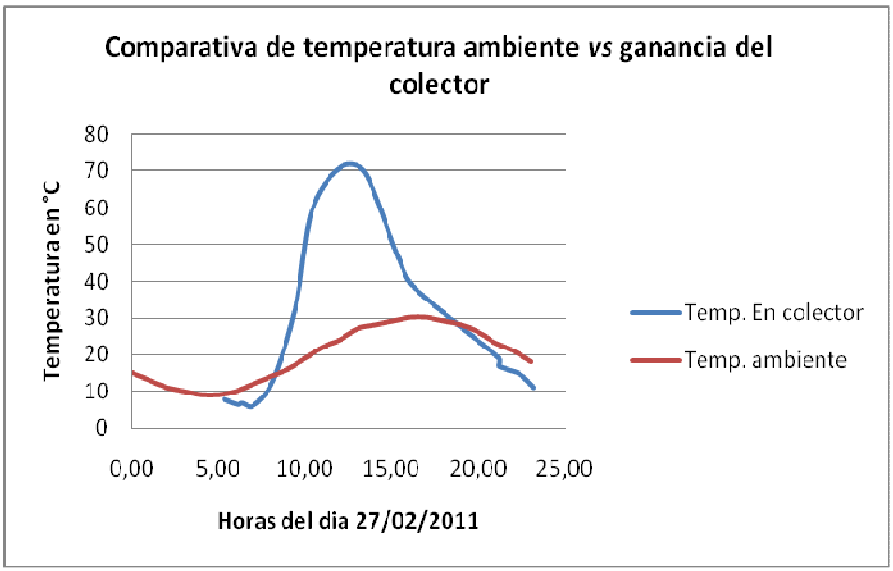

Figura 5. Comparativa de temperaturas ambiente y la alcanzada por el colector

2.2 DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para la realización análisis de resultados se efectuó la comparativa de las temperaturas de salida del termotanque para dos variables, la primera con el colector y el termotanque con el flujo continuo de agua en ambos y la segunda el uso de una válvula de bloqueo de agua entre el colector y el termotanque iniciando éste a partir de las l9:00 hrs hasta las 7:00 am del día consecutivo.

2.2.1 DETERMINACIÓN DE PRECISIÓN Y SELECCIÓN DE APARATOS DE MEDICIÓN

Para la fase de monitoreo de temperaturas y pruebas al colector plano, se utilizó un termómetro infrarrojo marca ES modelo EST-70, con un rango de -50°C a 550°C.para una emisividad de 0.95, también se tomaron temperaturas del agua dentro del termotanque y temperatura ambiente.

Termómetro:

marca:	EST-70
rango:	-50°C – 550°C
mínima división:	0.1 °C
incertidumbre:	dT=0.5(0.1°C)=±0.05°C

2.2.2 PROGRAMA DE MEDICIONES

En la tabla 1 se muestran los resultados de las mediciones de temperaturas efectuadas a la salida del termotanque donde está almacenada el agua caliente, para flujo abierto entre el colector y el termotanque y para flujo bloqueado.

Tabla 1: Resultado de mediciones a la salida del termotanque

Horario	Temperatura °C Flujo abierto	Temperatura °C Flujo bloqueado
5,35	7,9	9,1
6,15	6,4	8,8
6,40	6,9	8,5
7,05	6,2	8,3
8,15	13	14,2
9,45	32,9	30,1
10,40	46,4	38,2
12,10	59,4	49,2
13,50	45,2	58,7
15,40	38	55,4
16,40	32,2	53,2
21,15	16	20,9
22,35	14,9	19,3
23,15	11,2	16,2

3. RESULTADOS

En la siguiente figura se muestra la comparativa de temperaturas con flujo abierto y flujo bloqueado producto de los valores de temperatura medidos a la salida del termotanque y mostrados en la tabla 1; donde se puede apreciar visiblemente el incremento de área bajo la curva en colector con electroválvula con respecto a la curva del colector sin elevtrválvula.

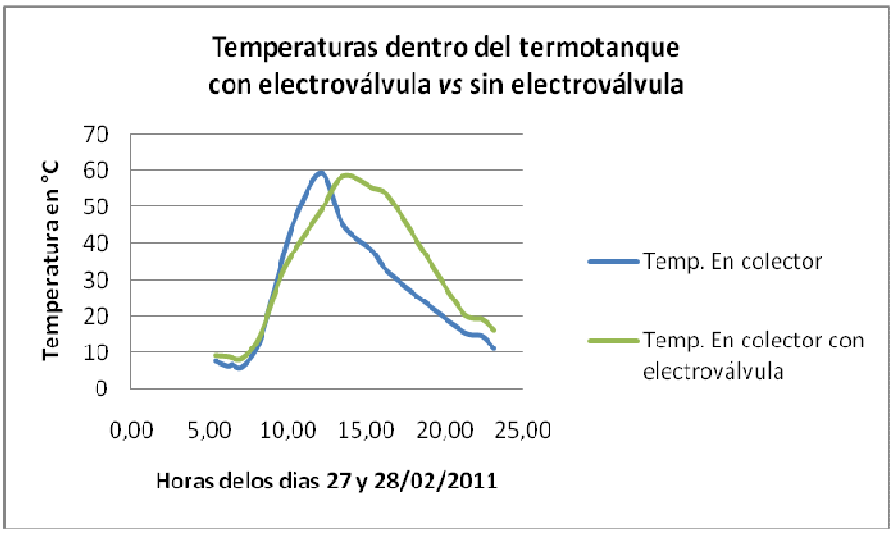

Figura 6. Comparativa de resultados de temperaturas en termotanque

4. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados expuestos se puede concluir la importancia de bloquear el flujo de líquido caloportador del colector al termotanque durante el lapso de tiempo en que el absorbente deja de ganar calor por la

ausencia de luz solar y evitar el escape de calor dentro del termotanque, optimizando el uso de los colectores solares planos utilizando una electroválvula actuada por una celda electrónica de fotocontrol para controlar dicho flujo, limitando pérdidas de calor y manteniendo por mayor tiempo el calor ganado por el agua en el termotanque durante la noche.

REFERENCIAS

Estrada-Cajigal Ramírez Vicente, Almanza Salgado Rafael. (2005). "Irradiaciones global, directa y difusa, en superficies horizontales e inclinadas, así como irradiación directa normal en la República Mexicana". Instituto de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.

Paz Gutiérrez Jenaro Carlos. (2006). "Colectores solares planos", Tratamiento teórico vol. 1, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito.