

Clave de la Propuesta	PPI- - -		
Puntos a considerar	Si	No	Observaciones/Comentarios
¿Se incluyen los datos de la Portada (licenciatura, título, modalidad, versión, declaratoria, firmas, etc.)?			
¿La extensión del Título es adecuada y sin abreviaturas?			
¿El Título refleja de forma clara lo que se trabajará en el proyecto?			
¿La Introducción describe en forma concisa el área de aplicación del proyecto?			
¿Los Antecedentes sitúan el proyecto propuesto respecto a otros trabajos?			
¿La Justificación describe la razón, relevancia o necesidad que origina el proyecto?			
¿El Objetivo General es claro y tiene relación directa con el proyecto a realizar?			
¿Los Objetivos Particulares se engloban en el objetivo general?			
¿La secuencia de actividades que se presenta en la Metodología es congruente con los objetivos y permite que se alcancen éstos?			
¿La Descripción Técnica presenta las especificaciones generales y particulares (materiales, dimensiones, normas, etc.), así como la explicación funcional de cada uno de los bloques del sistema a desarrollar?			
¿La Normatividad mencionada da un marco a la propuesta?			
¿El Cronograma de Actividades señala con claridad las tareas a realizar para alcanzar los objetivos del proyecto?			
¿El proyecto es realizable en el tiempo propuesto?			
¿Se encuentran indicados los Entregables dentro de la propuesta? ¿Se incluye explícitamente la entrega del Reporte Final ?			
¿Se incluyeron las Referencias Bibliográficas y estas cumplen con el formato solicitado?			
¿La Terminología específica del proyecto, que no es del conocimiento general en Ingeniería Mecánica, está claramente explicada?			
¿Se indican instalaciones, equipos y materiales que se requieren para realizar el proyecto?			
¿La propuesta tiene una redacción clara y sin faltas ortográficas?			
¿El enfoque del trabajo corresponde a un proyecto de Ingeniería Mecánica?			
Observaciones			
Estado de la propuesta			
() Autorizada () Revisada () No autorizada		Comité de Estudios de Ingeniería Mecánica	

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

División de ciencias básicas e ingeniería.

Licenciatura: Ingeniería Mecánica

Diseño, simulación y evaluación de un colector solar plano con una red de tuberías con patrones fractales.

Modalidad: Proyecto de investigación.

Versión: Segunda

Trimestre lectivo: 24-P

Datos del alumno:

Herrera Arroyo José Pablo

Matricula: 2192045320

al2192045320@azc.uam.mx



Datos del Asesor:

Dr. Hilario Terres Peña

Categoría: Titular

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: 5553189161

tph@azc.uam.mx

Datos del co-asesor:

M en C. René Rodríguez Rivera

Categoría: Asistente

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: 7737369335

rerori@azc.uam.mx

Firma

Firma

19/09/2024

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Mecánica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

Herrera Arroyo José Pablo

Dr. Hilario Terres Peña

M en C. René Rodríguez Rivera

1. Introducción

La energía solar representa una de las energías renovables con mayor potencial de aplicaciones debido a su amplia disponibilidad [1]. Algunas aplicaciones de la energía solar son la obtención de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos o la iluminación solar. Una de las aplicaciones más importantes es la conversión de la energía solar a la térmica mediante dispositivos como estufas, secadores, destiladores y calentadores solares [3].

El calentador solar es un dispositivo que convierte la energía solar en térmica, se utiliza para obtener agua caliente. Además, los colectores pueden utilizarse como evaporadores en bombas de calor, lo que implica un mayor uso de energías renovables en diferentes aplicaciones. Existen diferentes tipos de colectores, como los colectores de placa plana que están conformados por una cubierta de vidrio, una placa absorbente, un aislamiento térmico y una tubería embebida o en contacto con la placa absorbente [4] como se ve en la figura 1.

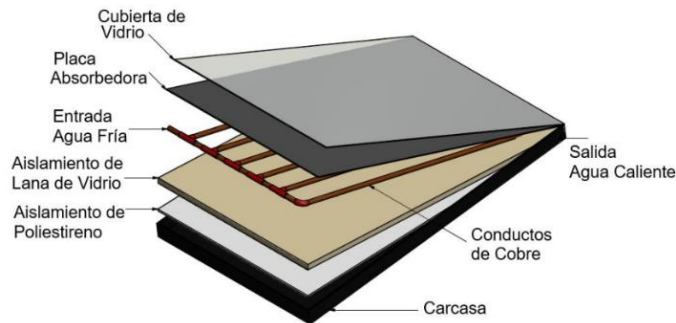


Figura 1. Esquema de un colector solar de placa plana.

La tubería es el medio por el que se transfiere la energía solar al agua provocando que aumente su temperatura. Los colectores convencionales están formados por tuberías en forma de tubos paralelos o de serpentín porque son de fácil construcción, sin embargo, tienen caídas de presión altas comparadas con colectores con geometrías no convencionales que integran patrones fractales [5]. La modificación de la tubería convencional con la integración de patrones fractales muestran menores caídas de presión, hasta 90% menor y eficiencias térmicas más altas contra un colector convencional bajo condiciones de operación similares [5].

En este proyecto se diseñará y evaluará numéricamente un modelo de colector solar plano que integre un patrón de tuberías no convencional, inspirado en patrones fractales. Con el análisis numérico se determinará la configuración de la tubería que permita obtener menores caídas de presión y una eficiencia térmica similar o más alta contra un colector convencional bajo las mismas condiciones de operación. El diseño propuesto considerará materiales que permitan su futura construcción para su uso en el suministro de agua caliente.

2. Antecedentes

En 2023, Rodríguez et al [5] evaluaron un modelo de colector que integró un patrón de tuberías con teselado rómbico y escalas alométricas (RTP) y compararon su desempeño contra un colector con tubos paralelos (PPP). Como resultado se obtuvo que con el RTP la caída de presión fue del 91% menor que con el PPP bajo las mismas condiciones de operación. De este trabajo se tomará la metodología para realizar el dimensionamiento de la tubería del colector que se diseñará y la metodología para el análisis numérico.

En 2012, López Martínez et al [6] realizaron una evaluación de un calentador solar de agua fabricado con tubería PVC en serie y envases PET translucidos donde se describe el proceso de evaluación preliminar realizado a un calentador solar de Agua Caliente Sanitaria (ACS), fabricado con materiales económicos no convencionales. Obteniendo como resultado un rendimiento máximo del calentador del 76,3% para seguir investigando sobre los materiales empleados y el diseño realizado. De este trabajo se tomará parte de los resultados del rendimiento del calentador y las conclusiones y se incluirán para el análisis de nuestros resultados.

En 2016 Aranda Ramírez et al [7] publicaron un estudio numérico de un calentador solar de tubos evacuados utilizando la dinámica de fluidos computacional (CFD). En él se permitió estudiar el comportamiento térmico e hidráulico de un mismo calentador solar con diferentes relaciones de volumen y para el estado de Guanajuato, mostrando el comportamiento de una mayor temperatura para una relación de volumen de 1 que de 5 siempre y cuando se mantenga el mismo volumen y geometría en los tubos. De este proyecto se utilizará el análisis y los resultados del estudio para comparar con los resultados con los obtenidos en nuestro diseño con la red de tuberías no convencional.

3. Justificación

Los colectores solares planos han experimentado avances importantes con el tiempo, impulsados por el desarrollo tecnológico. Estos se fabrican tradicionalmente con una tubería en serpentín o de tubos paralelos, sin embargo, estos presentan altas caídas de presión en comparación de otros colectores con geometrías diferentes.

En este trabajo se diseñará y evaluará mediante dinámica de fluidos computacional (CFD, Autodesk) un colector plano que integre patrones fractales, esperando reducir las caídas de presión y mejorar la eficiencia térmica del colector en comparación de uno de tubos paralelos y de serpentín bajo las mismas condiciones de operación. El diseño del colector se realizará considerando materiales que permitan su construcción futura, lo que contribuirá a una producción de energía más sostenible.

4. Objetivos

Objetivo General:

Diseñar y evaluar con dinámica de fluidos computacional un colector solar plano que integre un patrón de tubería no convencional.

Objetivos particulares:

Definir la geometría fractal que dará origen a la red de tuberías en el colector

Diseñar el modelo del colector que integre la tubería con geometría fractal.

Evaluar el comportamiento hidrodinámico del colector diseñado y comparar contra uno de tubos paralelos y uno de serpentín.

Evaluar el comportamiento térmico del colector diseñado y comparar contra uno de tubos paralelos y uno de serpentín.

5. Metodología.

Se definirá el patrón fractal a utilizar para formar la tubería del colector, tentativamente será inspirado en árbol fractal con trifurcación.

Se utilizará el software de Inventor para el diseño de la red de tuberías inspirada en patrones fractales con diámetros utilizados en colectores comerciales, respetando medidas estándares para el diseño de la tubería (1.6m x 0.64m). Posteriormente se realizará el análisis numérico del modelo 3D a través de Dinámica de Fluidos Computacional (CFD Autodesk) considerando su operación en estado estacionario con diferentes condiciones de operación.

A partir de principios físicos como la conservación de la masa, conservación de la energía y la conservación de momentum se obtendrán resultados del funcionamiento en térmicos de distribución de temperaturas, distribución de velocidades, distribución de presiones y eficiencia térmica.

Al concluir con esta simulación, se compararán los resultados con los de un colector convencional de tubos paralelos y otro de tubería en forma de serpentín bajo las mismas condiciones de operación.

6. Normatividad.

ISO 9806:2017, Esta norma especifica los métodos de ensayo para evaluar la durabilidad, fiabilidad, seguridad y el rendimiento térmico de captadores solares térmicos. Los métodos son aplicables para ensayos en laboratorio y en exteriores [8]. Esta norma aporta información acerca de las formas correctas para realizar las pruebas del rendimiento térmico de los colectores solares y su durabilidad.

NMX-ES-001-NORMEX-2005, ENERGIA SOLAR-RENDIMIENTO TERMICO Y FUNCIONALIDAD DE COLECTORES SOLARES PARA CALENTAMIENTO DE AGUA-METODOS DE PRUEBA Y ETIQUETADO, establece la clasificación y terminología de los colectores solares utilizados para el calentamiento de agua en sistemas solares térmicos. [9]. Esta norma sirve para comparar las especificaciones del diseño con los estándares establecidos para determinar qué tan innovador y eficiente es el diseño.

8. Entregable.

- Resultados de CFD sobre eficiencia térmica y caída de presión
- Reporte final.

9. Referencias Bibliográficas.

- [1] SOLARAMA, “¿Qué es y cómo funciona un colector solar?”, 2019, <https://solarama.mx/blog/como-funciona-un-colector-solar/>
- [2] Becerra Pérez, González Díaz, Villegas Gutiérrez, 2020, “La energía solar fotovoltaica, análisis costo beneficio de los proyectos en México”, RINDERESU vol.5, p. 600-632.
- [3] Perpiñán Lamigueiro O., “Energía solar fotovoltaica”, https://www.researchgate.net/profile/Oscar-Perpinan-Lamigueiro/publication/249012821_Energia_Solar_Fotovoltaica/links/02e7e51e80783f1d9f000000/Energia-Solar-Fotovoltaica.pdf, 2013.
- [4] Urquizo Acosta, Ortega Abril y Soriano Idrovo, “Diseño de dos bancos de prueba para colectores solares de placa plana”, <https://www.semanticscholar.org/paper/Dise%C3%B1o-de-dos-bancos-de-prueba-para-colectores-de-Acosta-Abril/5e558ea52c430aa221fda10b3d2cad33a4136128>, 2017.
- [5] Rodríguez Rivera, Carvajal Mariscal, Terres Peña, Cruz Ávila, León Ruiz, “Numerical Evaluation of the Flow within a Rhomboid Tessellated Pipe Network with a 3x3 Allometric Branch Pattern for the Inlet and Outlet”, 2023.
- [6] López Martínez, Mantilla López, Poveda Suarez, “Evaluación de un calentador solar de agua fabricado con tubería PVC en serie y envases pet translucidos”, *Tecnura*, vol. 16, Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá, Colombia, pp. 120-128, octubre, 2012.
- [7] Aranda Ramírez, Alfaro Ayala, “SIMULACIÓN NUMÉRICA DE UN CALENTADOR SOLAR MEDIANTE LA DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL (CFD)”, *Verano de la Investigación Científica*, Vol. 2 no.1, 2016.

- [8] Asociación Española de Normalización, "Energía solar Captadores solares térmicos Métodos de ensayo (ISO 9806:2017)", 2020.
- [9] Diario Oficial de la Federación, "ENERGIA SOLAR-RENDIMIENTO TERMICO Y FUNCIONALIDAD DE COLECTORES SOLARES PARA CALENTAMIENTO DE AGUA-METODOS DE PRUEBA Y ETIQUETADO", https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2088922 , 2005.
- [10] Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, "Calentamiento solar de agua - normatividad", Gobierno del Estado de México, <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/calentamiento-solar-de-agua-normatividad>, 2014.

10. Terminología.

Fractal: objeto geométrico con un patrón repetitivo a diferentes escalas.

11. Infraestructura

Equipo de cómputo capaz de realizar las simulaciones necesarias.

12. Asesoría complementaria.

No es necesaria

13. Publicación o difusión de los resultados.

No se tiene la intención de publicar.

Comentarios del CIEM		Acción Realizada en la PPI	
Pag		Pag	
3	Centrar figura y rotulo.	3	Se centro la figura y el rotulo en la página.
4	revisar la redacción, podría separarse en un par de párrafos. Repites frases de la introducción.	4	Se eliminaron las frases repetidas de la introducción y se redactó nuevamente la introducción.
4	Punto final	4	Se agrego el punto final.
5	Y comparar.	5	Se agrego la frase en la sección.
5	Punto final.	5	Se agrego el punto final.
5	Y comparar.	5	Se agrego la frase en la sección.
5	¿Qué programa usaran para el CFD?	5	Se agrego en la descripción que programa se utilizara para la simulación en CFD.
6	Elaborar	6	Se sustituyo la palabra por la planteada.
6	Elaborar	6	Se sustituyo la palabra por la planteada.
6	Revisar todos los verbos en infinitivo	6	Se revisaron y cambiaron los verbos en infinitivo.
7	Revisar el formato, conforme a ASME	7	Se corrigieron y se les dio formato correcto a las referencias.
8	Acento	8	Se agrego el acento a la palabra
Expo.	Si ya se decidió el patrón fractal, por que no cambiar el titulo a una red de tuberías con patrón fractal.	Expo.	Se modifiko el titulo del proyecto y se colocó de acuerdo al comentario de la exposición.