Licenciatura: Ingenieria mecánica

Nombre del Proyecto de Integracion (PI):

Validación experimental de la simulación teórica del rendimiento térmico de dos calentadores solares planos desarrollados en la UAM-A.

Modalidad: Proyecto de Investigación

Versión: Segunda

Trimestre Lectivo: 19-I

Nombre del Alumno: Jonathan Jovani Tecpa Jiménez.

Matricula: 2122004819

Correo electrónico: tecpa_@hotmail.com

Firma: _____

Datos de asesor: Dr. Rubén José Dorantes Rodríguez

Categoría: Profesor Titular

Departamento de adscripción: Energía

Teléfono: 53189539

Correo electrónico: rjdrodriguez@live.com.mx

Firma: _____

Fecha: 15/07/ 2019

Declaratoria:

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.

Alumno: Jonathan Jovani Tecpa Jiménez

Firma: _____

Asesor: Dr. Rubén José Dorantes Rodríguez

Firma: _____

1. Introducción:

México produce el 91% de su energía utilizando combustibles fósiles, como el carbón, el gas y el petróleo. Esta dependencia hacia los combustibles está provocando un deterioro en la calidad del aire, contaminación de ríos, mares y suelos, además, han contribuido en gran medida en el cambio climático global.

Actualmente existen tecnologías que son capaces de utilizar los recursos naturales para crear energía de manera limpia e ilimitada lo que contribuye a reducir la contaminación ambiental, en ese sentido México posee un gran potencial para generar energía a través de fuentes renovables como es la solar, ya que cuenta con altos niveles de insolación en todo el país.

Una opción eficiente de aprovechamiento de la energía solar es el calentamiento de agua a base de calentadores solares planos los cuales son capaces de utilizar la radiación solar y transformarla en energía térmica.

Los calentadores solares planos están constituidos principalmente por cuatro partes las cuales son: gabinete, aislante térmico, placa absorbedora y cubierta transparente de vidrio [1].

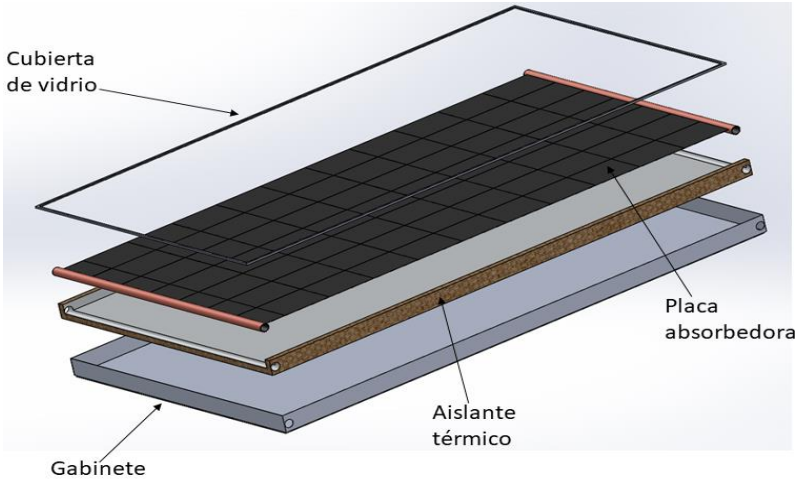

Figura 1. Componentes del calentador solar plano.

El desempeño térmico de cada calentador dependerá de que tan selectivos sean cada uno de los materiales para su fabricación. Una manera de predecir el desempeño térmico del calentador solar antes de su manufactura es mediante el uso de software que por medio de una simulación matemática hace posible establecer una valoración final antes de que los sistemas sean construidos, y pueden aliviar la necesidad de experimentos caros y asimismo dar soporte a todas las etapas de un proyecto desde el diseño conceptual, el montaje y hasta llegar a su funcionamiento final [2].

2. Antecedentes

Del proyecto de integración “Simulación térmica de un calentador solar plano con cubierta de vidrio utilizando COMSOL”, que actualmente desarrolla Ricardo Antonio Flores Acosta, alumno de la licenciatura en ingeniería mecánica de la UAM-Azcapotzalco [3], se consultarán las curvas de eficiencia térmica obtenidas mediante la simulación.

Para realizar las pruebas de rendimiento térmico de calentadores solares planos se recurrirá al uso de normas mexicanas vigentes.

Para determinar los métodos de prueba, el rendimiento térmico y las características de funcionalidad de los colectores solares, se recurrirá al uso de la Norma oficial mexicana, NMX-ES-001-NORMEX-2005.energia solar-rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua-métodos de prueba y etiquetado [4].

Para determinar el método de ensayo para evaluar y comparar el comportamiento térmico de sistemas de calentamiento de agua, se recurrirá al uso de la norma oficial mexicana, NMX-ES-004-NORMEX-2010.Energia solar-evaluación térmico de sistemas solares para calentamiento de agua-método de prueba [5].

3. Justificación

El programa de simulación COMSOL es un software que ayuda al modelado, análisis y simulación de problemas físicos en 3D en ingeniería, sin embargo, no se conoce que tanto se acerca a los resultados experimentales.

En esta propuesta se valida los resultados de eficiencia térmica experimental y de simulación matemática de cada uno de los calentadores solares planos construidos en la UAM-A, con el objetivo de ver que limitantes, ventajas y sobre todo que tan confiable es el software a la hora de realizar simulaciones en aplicaciones relacionadas a sistemas de calentamiento de agua, asimismo mediante el cálculo de curvas de eficiencia térmica se podrá observar si el funcionamiento de los calentadores solares es el correcto.

4. Objetivos

Objetivo general.

Validar experimentalmente la curva de rendimiento térmico de dos calentadores solares planos desarrollados y construidos en la UAM-A, previamente simulados con COMSOL.

Objetivos particulares.

Calibrar el banco de pruebas existente en la UAM-A, de acuerdo con la NMX-ES-001-NORMEX-2005.

Determinar experimentalmente las curvas de rendimiento térmico de dos calentadores solares planos con cubierta.

Realizar una evaluación cuantitativa de las curvas de rendimiento obtenidas por COMSOL comparadas con los puntos experimentales obtenidos con el banco de pruebas.

Determinar experimentalmente las principales pérdidas de calor de los colectores de pruebas y las opciones tecnológicas para minimizarlas.

5. Metodología.

1. Calibrar el banco de pruebas de acuerdo a la NMX-ES-001-NORMEX-2005.

    1.1. Calibrar los instrumentos de medición de temperatura.

2. Realizar mediciones a cada uno de los calentadores solares.

    2.1. Seleccionar el equipo necesario.
    2.2. Obtención de datos experimentales de cada calentador.

3. Cálculos de rendimiento térmico.

   3.1. Graficar las curvas de rendimiento térmico de cada uno de los calentadores.
   3.2. Analizar la comparación de curvas de rendimiento térmico experimentales con las curvas obtenidas por el software COMSOL.
   3.3. Analizar las principales perdidas de calor.

6. Normatividad.

NMX-ES-001-NORMEX-2005 [4].

Esta norma oficial Mexicana establece los métodos de prueba para determinar el rendimiento térmico y las características de funcionalidad de los colectores solares que utilizan como fluido de trabajo agua.

NMX-ES-004-NORMEX-2010 [4].

Esta norma oficial Mexicana establece el método de ensayo (prueba) para evaluar y comparar el comportamiento térmico de sistemas de calentamiento de agua solares, principalmente para uso doméstico hasta una capacidad máxima de 500 litros y hasta una temperatura máxima de 90 ^{o}C como dominio de temperatura de agua caliente.

NOM-027-ENER/SCFI-2018 [6].

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones de rendimiento térmico, de los calentadores de agua solares para uso doméstico y comercial, tipo termosifón, que cuenten con un tanque térmico con una capacidad máxima de 500 L.

7. Cronograma de actividades.

UEA para la que se solicita autorización:

Proyecto de Integración en Ingeniería Mecánica I.

	Actividades del trimestre 19-P	**Semana**											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Calibrar el banco de pruebas.	X											
2	Seleccionar el equipo necesario para realizar las mediciones.	X											
3	Obtener los valores de rendimiento térmico de cada uno de los calentadores solares.		X	X	X	X	X						
4	Graficar las curvas de rendimiento térmico de cada uno de los calentadores solares.						X	X	X				
5	Comparar las curvas de rendimiento térmico obtenidas experimentalmente con las curvas obtenidas mediante la simulación.							X	X				
6	Analizar las principales perdidas de calor de cada uno de los calentadores solares.								X	X			
7	Elaborar el reporte final y borrador de artículo.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	Entregar el reporte final y borrador de artículo.											X	X

8. Entregables.

Reporte final de proyecto de integración.

Borrador de artículo.

9. Referencias bibliográficas.

[1]. Conae, nd, “Calentadores solares diferentes tecnologías”, de https://docplayer.es/10682643-Calentadores-solares-para-uso-en-vivienda-de-interes-social.htm

[2]. Universidad Politécnica de Catalunya, nd, “Técnicas de modelado y simulación”,de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6733/09Jrr09de27.pdf?sequence=9&isAllowed=y

[3]. Ricardo Antonio Flores Acosta, 2019,” Simulación térmica de un calentador solar plano con cubierta de vidrio usando COMSOL”, Proyecto de Integración, División de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana.

[4]. Norma oficial mexicana, NMX-ES-001-NORMEX-2005, Energía solar-rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua-métodos de prueba y etiquetado, de https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/certificacion-de-productos-calentamiento-solar-de-agua?state=published

[5]. Norma oficial mexicana, NMX-ES-004-NORMEX-2010, Energía solar-evaluación térmico de sistemas solares para calentamiento de agua-método de prueba, de https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/certificacion-de-productos-calentamiento-solar-de-agua?state=published

[6]. Norma oficial mexicana, NOM-027-ENER/SCFI-2018, Rendimiento térmico, ahorro de gas y requisitos de seguridad de los calentadores de agua solares y de los calentadores de agua solares con respaldo de un calentador de agua que utiliza como combustible gas L.P. o gas natural. Especificaciones, métodos de prueba y etiquetado, de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5536063&fecha=28/08/2018

10. Terminología.

No aplica.

11. Infraestructura.

Banco de pruebas de calentadores solares, ubicado en el Laboratorio de Refrigeración, fenómenos de transporte y energías renovables del Edificio W, tercer piso, UAM-Azcapotzalco.

Azotea edificio W UAM-Azcapotzalco.

12. Asesoría complementaria.

No aplica.

13. Publicación o difusión de los resultados.

Se espera tener el borrador de un artículo para presentarse en un congreso nacional.

Validación experimental de la simulación teórica del rendimiento térmico de dos calentadores solares planos desarrollados en la UAM-A.

Pág.	COMENTARIO DEL CEIM	Pág.	ACCIÓN REALIZADA EN LA PPI
3	Mejorar la calidad de la imagen	3	Se agregó una nueva imagen con una mejor calidad.
4	Falta de ortografía	4	Se corrigió la falta de ortografía.
6	Falta de ortografía	6	Se corrigió la falta de ortografía.
*	En la presentación se pregunto acerca de si se utilizarán los mismos valores de radiación solar para la simulación y para la experimentación.	*	Los dos sistemas estarán operando con datos similares de radiación solar, ya que se espera que las curvas de eficiencia térmica tengan tendencias muy similares, que permitan validar el modelo teórico con los resultados experimentales.
*	En la presentación se preguntó sobre qué pasa si existe mucha diferencia al realizar la comparación de curvas de eficiencia térmica.	*	Se procederá a realizar modificaciones en los datos de entrada del programa si existe mucha discrepancia para que al realizar los ajustes necesarios en el programa de simulación, los resultados se acerquen más a los experimentales.