Propuesta de proyecto de integración en ingeniería mecánica.

Licenciatura: Ingeniería mecánica.

Nombre del proyecto de integración (PI): Diseño térmico de un sistema de calefacción solar de tipo hidrónico para una vivienda de clase media en Hermosillo, Sonora.

Modalidad: Proyecto de investigación.

Versión: Segunda.

Trimestre lectivo: 21-I

Datos del alumno.

Nombre: Flores García Juan Antonio.

Matrícula: 2143035841

Correo: al2143035841@azc.uam.mx

Firma: _____

Nombre: Hernández Martínez Iván Antonio.

Matrícula: 2152003937

Correo: al2152003937@azc.uam.mx

Firma: _____

Datos del asesor:

Nombre del asesor: Dr. Rubén José Dorantes Rodríguez.

Departamento de adscripción: Energía.

Categoría: Titular.

Correo: rjdr@azc.uam.mx

Teléfono: 55 5318 9539

Firma: _____

Fecha: 31 de mayo del 2021.

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: Flores García Juan Antonio.

Firma: _____

Alumno: Hernández Martínez Iván Antonio.

Firma: _____

Asesor: Dr. Rubén José Dorantes Rodríguez.

Firma: _____

1.- Introducción.

El norte del país se caracteriza por poseer climas extremos, con tardes calurosas y noches que pueden alcanzar la temperatura de congelamiento. En el estado de Sonora, la mitad del territorio presenta un clima seco y semiseco, principalmente en las zonas que comprende la Sierra Madre Occidental, y el resto de la entidad presenta un clima muy seco. Las temperaturas en la región van desde los 38°C y pueden descender hasta 5°C en promedio, haciendo que la población lleve una vida difícil y dependiente de los sistemas de aire acondicionado para alcanzar el confort térmico.

El uso de dichos equipos representa un impacto negativo en el ambiente, principalmente porque se alimentan de energía eléctrica y esta se produce en su mayoría de fuentes fósiles. Por otro lado, la estabilidad de la red eléctrica también se ve afectada, ya que la demanda de energía en horas pico es excesiva y compromete su funcionamiento.

En la actualidad se cuenta con tecnologías que poco a poco permiten abandonar los combustibles fósiles, una de las energías alternativas predilecta es la energía solar, y con los años el uso de calentadores solares planos se ha incrementado en el país como lo muestra la figura 1 extraída del Balance nacional de energía del 2019.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Calentadores solares planos											
Instalados en dicho año (miles de m²):	233.34	272.58	272.32	270.36	292.94	308.65	356.32	381.13	397.83	397.83	441.08
Total instalados (miles de m²):	**1392.92**	**1665.50**	**1937.82**	**2208.18**	**2501.12**	**2809.77**	**3166.09**	**3547.22**	**3945.05**	**3945.05**	**4807.06**
Eficiencia promedio[1]:	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%	50.00%
Radiación solar promedio (kJ/m²-día):	21132.00	21132.00	21132.00	21132.00	21132.00	21132.00	21132.00	21132.00	21132.00	21132.00	21132.00
Disponibilidad de calor solar primario (PJ)	10.74	12.85	14.95	17.08	19.29	21.67	24.42	27.36	30.43	33.68	37.08
Generación (PJ):	4.01	4.86	5.66	6.43	7.24	8.06	9.09	10.18	11.32	12.53	13.80

Figura 1. Aprovechamiento de energía solar en México, periodo 2009-2019 [1].

Para combatir los climas extremos se recurre a equipos de aire acondicionado y calefactores, en el norte del país el 48.1% de las viviendas cuentan con un sistema de aire acondicionado y 20.4% con un aparato calefactor [2].

El estado de Sonora es la entidad con el consumo más elevado de energía eléctrica utilizada exclusivamente para climatización, con alrededor de 2.5 MWh por usuario [3] por lo tanto, las cuentas de luz son muy altas.

De manera general, un sistema hidrónico es aquel sistema que transporta calor para o desde un espacio acondicionado, y que utiliza el agua como medio para conducir la energía calorífica y así calentar o enfriar una zona determinada.

Con este proyecto se modelará un sistema de calefacción hidrónico que se alimente con agua proveniente de un calentador solar plano, ofreciendo una alternativa amigable con el medio ambiente para los hogares en estados con climas extremos, en este caso se partirá de una casa de clase media con un área de construcción de 100 m^2, ubicada en Hermosillo, Sonora.

2.- Antecedentes.

En octubre de 2015 el Dr. Rubén José Dorantes Rodríguez, publicó una investigación titulada “Estudio teórico del comportamiento térmico de una piscina calentada con energía solar en Sogamoso, Colombia” como parte de este estudio se realizó un análisis teórico del comportamiento transitorio de la temperatura del agua [4]. De este trabajo se puede retomar la metodología para la aplicación del modelo físico matemático que permita diseñar y calcular un sistema de calentamiento solar para la calefacción hidrónica.

En junio de 2012, en la UAM-A el arquitecto Oscar Enrique Rodea García especializado en bioclimática como parte de su tesis para optar por el grado de maestro de diseño presentó un proyector titulado “Calefacción hidrónica solar por piso radiante: una alternativa eficiente para climatizar un espacio”. En este proyecto se realizó un exhaustivo estudio acerca de los beneficios y ventajas que representan los sistemas hidrónicos frente a sus alternativas basadas en combustibles fósiles [5]. De este proyecto se plante considerar los estudios acerca del confort y eficiencia de un sistema de suelo radiante.

En enero de 2010, en la Universidad Politécnica Salesiana el alumno Luis Fernando Sánchez Procel presentó una tesis titulada “Análisis y diseño de un sistema de calefacción solar para agua caliente sanitaria” y en esta tesis se realizó un análisis de sistemas solares con un enfoque en los equipos de energía solar [6]. De este proyecto se puede retomar el diagrama de flujo para la lógica de control de los calentadores solares.

3.- Justificación.

Esta propuesta nace a partir de la necesidad de simular y proponer alternativas a los sistemas de calefacción existentes los cuales son altamente contaminantes al medio ambiente debido al uso de grandes cantidades de energía suministrada a partir de combustibles fósiles, además de estar limitados al abasto de dicha energía.

4.- Objetivos.

Objetivo general:

Diseñar un sistema de calefacción hidrónico utilizando calentadores solares planos y realizar el análisis térmico en estado transitorio del tanque de almacenamiento, para una vivienda de Hermosillo, Sonora.

Objetivos particulares:

Realizar un estudio comparativo de curvas de eficiencia térmica y características de fabricación de calentadores solares tipo planos o de tubos al vacío, de baja temperatura, disponibles en México.

Hacer un estudio estadístico de la climatología de Hermosillo, Sonora.

Diseñar y simular el modelo físico matemático que describe el comportamiento transitorio de la temperatura del agua del tanque de almacenamiento de un sistema hidrónico, con bases de datos meteorológicos de Hermosillo, Sonora.

Realizar un estudio comparativo técnico-económico del sistema solar hidrónico y un sistema de calefacción convencional.

5.- Metodología.

Para la realización de este proyecto se analizará el funcionamiento de los sistemas de calefacción hidrónicos así como el de los sistemas de calentamiento solar de agua. Posteriormente se realizará una comparación entre las eficiencias de los calentadores solares comerciales que se encuentran disponibles en el país para determinar cuál es el que mejor se adapta a las necesidades del proyecto y a la zona de Hermosillo, para esto es necesario conocer el comportamiento del clima en la región, los datos se extraerán del portal de información del Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

Finalmente se diseñará, con un modelo matemático, una simulación que permita determinar el comportamiento de las temperaturas del agua en el tanque de almacenamiento de un sistema hidrónico de calefacción, determinar el tamaño del área de captación solar con base a diferentes tecnologías de calentamiento solar, así como un estudio comparativo entre el sistema hidrónico y los sistemas de calefacción convencionales que existen en el mercado, para conocer qué tan conveniente es la implementación de sistemas hidrónicos solares en la calefacción de los hogares en zonas con climas extremos.

6.- Normatividad.

En este proyecto tomará en cuenta la normativa siguiente:

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 [7].

La norma oficial mexicana establece el rendimiento térmico que deben cumplir los sistemas de calentamiento de agua simples, así como los que se complementan con gas natural para su funcionamiento. Esta norma busca disminuir el consumo de recursos no renovables empleados en el calentamiento de agua, así como velar por la seguridad del usuario, asegurando que el equipo que se adquiere es eficaz, confiable y de calidad.

NMX-ES-003-NORMEX-2008: Energía solar-requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos, para calentamiento de agua [8]**.**

Esta norma establece los requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos para el calentamiento de agua y es aplicada en colectores solares que proveen agua caliente en fase líquida dentro del territorio mexicano.

PROY-NMX-ES-002-NORMEX-2006: Energía solar-definiciones y terminología [9]**.**

Esta Norma Mexicana pretende homogeneizar el lenguaje utilizado dentro del ámbito de la energía solar y sus aplicaciones para evitar confusiones en conceptos y nombres usados

en la práctica. Establece los vocablos, definiciones y simbología del lenguaje utilizado en la investigación que unifique el ámbito científico y técnico.

7.- Cronograma de actividades.

UEA para la que se solicita autorización:

Proyecto de integración en Ingeniería Mecánica I.	**X**
Proyecto de integración en Ingeniería Mecánica II.	
Introducción al trabajo de investigación en Ingeniería Mecánica.	

	Actividades del trimestre 21-P	**Semana**											
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
1	Recolectar información relacionada al funcionamiento de los sistemas hidrónicos y calentadores solares.	X	X										
2	Hacer un estudio comparativo de curvas de eficiencia de calentadores solares comerciales disponibles en el país.			X	X								
3	Obtener la información meteorológica en la zona de Hermosillo, Sonora del último año para emplearlos en el modelo.					X							
4	Diseñar el modelo que represente el comportamiento de la temperatura del agua en el sistema hidrónico de calefacción.					X	X	X	X				
5	Evaluar el comportamiento del modelo del calentador en el programa de simulación.								X	X			

6	Realizar un estudio comparativo técnico-económico del sistema solar hidrónico modelado y un sistema de calefacción comercial.									X	X		
7	Elaborar y entregar el reporte final.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

8.- Entregables.

1. Modelo físico matemático de simulación.

2. Resultados obtenidos con la simulación.

3. Reporte final del proyecto de integración.

9.- Referencias bibliográficas.

[1] Secretaría de Energía (SENER), 2020, "Balance nacional de energía 2019", de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218_BNE.pdf

[2] Comisión de Energía del Estado de Sonora (COEES), 2011, "Balance de energía del estado de Sonora 2010", de https://coees.sonora.gob.mx/images/descargas/Energias-Renovables/Balance-de-energia-Sonora-2010.pdf

[3] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2018, "Primera encuesta nacional sobre consumo de energéticos en viviendas particulares (ENCEVI)", de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemo/ENCEVI2018.pdf

[4] Dorantes Rodríguez, R. J., 2015, "Estudio teórico del comportamiento térmico de una piscina calentada con energía solar en Sogamoso", Colombia.

[5] Rodea García, O. E., 2012, "Calefacción hidrónica solar por piso radiante", Tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana.

[6] Sánchez Procel, L. F., 2010, "Análisis y diseño de un sistema de calefacción solar para agua caliente sanitaria", Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana.

[7] Diario Oficial de la Federación, 2018, "PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-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 http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5536063

[8] Diario Oficial de la Federación, 2008, "PROYECTO de Norma Oficial Mexicana NMX-ES-003-NORMEX-2008: Energía solar-requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos, para calentamiento de agua", de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5054251&fecha=24/07/2008&print=true

[9] Diario Oficial de la Federación, 2006, "PROYECTO de Norma Oficial PROY-NMX-ES-002-NORMEX-2006: Energía solar-definiciones y terminología", de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4936189&fecha=31/10/2006&print=true

10.- Terminología.

No aplica.

11.- Infraestructura.

No aplica.

12.- Asesoría complementaria.

No aplica.

13.- Publicación de los resultados.

No aplica.

Pág.	Comentario del CEIM	Pág.	Acción Realizada en la PPI
1	Corregir el trimestre lectivo, actualizar la fecha.	1	Se corrigió el trimestre lectivo y la fecha.
1,3	Incluir algún parámetro que especifique el tipo o tamaño de vivienda.	1	Se especificó el tipo de vivienda y su tamaño
3	Sería adecuado cambiar el orden de los dos últimos párrafos.	3	Se corrigió el orden de los párrafos, así como su alineación.

4	Revisar los comentarios.	4	Se usaron las palabras sugeridas y se cambió el orden de las referencias.
4	Revisar los comentarios.	4	Se agregó la oración sugerida y se agregó el espacio faltante.
4	Parece que no se menciona de forma explícita parte del objetivo general.	4	Se aclaró que se usarán calentadores solares y de qué tipo.
5	Revisar los comentarios.	5	Se corrigió el orden de las referencias.
6,7	Revisar los comentarios.	6,7	Se usaron las palabras sugeridas.
.	Corregir algunas fallas de acentos.	.	Se corrigió la acentuación en donde faltaba.