Limpiar formulario

Clave de la Propuesta	PPI- 029 - 21 - PI		
Puntos a considerar	**Si**	**No**	**Observaciones/Comentarios**
¿Se incluyen los datos de la **Portada** (licenciatura, título, modalidad, versión, declaratoria, firmas, etc.)?	✔		
¿La extensión del T**ítulo** 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?	✔		Revisar las observaciones
¿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?	✔		Revisar las observaciones
¿El **Cronograma de Actividades** señala con claridad las tareas a realizar para alcanzar los objetivos del proyecto?	✔		Revisar las observaciones
¿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** especifica 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?			No aplica
¿La propuesta tiene una redacción clara y sin faltas ortográficas?	✔		
¿El enfoque del trabajo corresponde a un proyecto de Ingeniería Mecánica?	✔		

Observaciones

Atender los comentarios y entregar la versión TERCERA.

Estado de la propuesta	
○ Autorizada ◉ Revisada ○ No autorizada	Comité de Estudios de Ingeniería Mecánica

Licenciatura: Ingeniería Mecánica

Nombre del proyecto: Diseño de una bomba de calor con eyector de vapor.

Modalidad: Proyecto de investigación

Versión: Segunda

Trimestre lectivo: 21-P

Datos del alumno:

Nombre: Vidal Mayen Christian Omar

Matricula: 2153034472

Correo electrónico: al2153034472@azc.uam.mx

_____

Firma

Datos del asesor:

Nombre del asesor: Dr. Raymundo López Callejas

Categoría: Titular C

Departamento de energía

Correo electrónico: rlc@azc.uam.mx

Teléfono: 5318 - 9060

_____

Firma

Fecha: 04 de octubre del 2021

En el 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.

_____

Vidal Mayen Christian Omar

_____

Dr. Raymundo López Callejas

1. Introducción

En las últimas décadas se ha incrementado de manera importante el consumo energético mundial, las emisiones de gases de efecto invernadero y los precios de los combustibles fósiles.

Tomando en cuenta los precios de la energía primaria, el precio medio del barril de crudo alcanzó el año 2013 un valor medio de 110 dólares americanos, en tanto que la tonelada de carbón llegó a valores medios de 80 dólares, el gas natural alcanzó un valor de 5 dólares por kWh. [1]

La quema de combustibles fósiles, así como la producción y uso excesivo del gas natural a gran escala ha dado lugar a una creciente concentración de metano y del CO_2, los cuales intensifican el efecto invernadero natural.

El sistema de bomba de calor ofrece soluciones que son amigables con el medio ambiente para diversas aplicaciones, ya sea de uso doméstico (para el confort), así como uso comercial e industrial, por lo que ha tenido una amplia aplicación en los últimos años.

Estos sistemas están en constante mejora y se realizan esfuerzos continuos para mejorar su rendimiento, como, por ejemplo, la modificación del ciclo de la bomba de calor, la optimización de los componentes del sistema y la utilización de la energía solar, entre otros.

Las bombas de calor son muy útiles para recuperar la energía desechada de baja calidad la cual, en muchos casos, se pierde en el medio ambiente sin su aprovechamiento, generando impacto nocivo al entorno y altos consumos de energía.

La bomba de calor por eyección se compone de un ciclo térmico capaz de utilizar energía residual, energía solar, gas natural o fuentes híbridas. La bomba de calor eyectora no tiene piezas móviles, lo cual nos da un sistema sencillo y fiable. Además, ofrece la posibilidad de una larga vida útil y, a diferencia de los sistemas de compresión de vapor (usados comúnmente), no produce ruido ni vibraciones [2]. El sistema podría fabricarse a un coste relativamente bajo, ya que pueden utilizarse materiales de construcción baratos.

Los eyectores permiten transportar, comprimir y mezclar un fluido secundario a baja presión con la ayuda de un fluido primario a alta presión. Ambos fluidos pueden estar en fase líquida o gaseosa (figura 1).

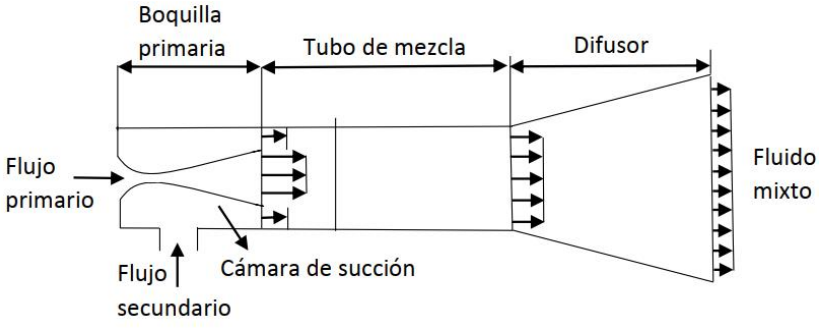

Figura 1. Esquema del eyector de área constante. [3]

2. Antecedentes

En la tesis de Raúl Romanillos [2] se abordó un sistema de refrigeración por eyector alimentado mediante energía solar. En este trabajo se elaboró un modelo matemático para simular el rendimiento del sistema, a su vez se realizó un estudio del COP en función de la relación de áreas del tubo de mezclado y la garganta de la boquilla del eyector.

Un estudio mediante una simulación numérica por CFD (Computational Fluid Dynamics, por sus siglas en inglés) [3], se realizó una predicción del rendimiento de los eyectores de bombas de calor. Obtuvieron relaciones geométricas, así como de condiciones de tres diferentes refrigerantes que modifican el rendimiento del eyector.

Zhang [4] presenta un compilado sobre diferentes configuraciones tanto para refrigeradores como para bombas de calor; agregando dispositivos o cambiando refrigerantes, además se brindan algunos datos cualitativos y diagramas P-h obtenidos de diferentes investigaciones para cada configuración.

3. Justificación

La calefacción con bombas de calor con eyector requiere mucho menos energía que la calefacción con gas o petróleo, debido a que aquellas extraen buena parte de la energía necesaria de su entorno. A pesar de ser una tecnología con menor eficiencia que otras, puede compensar por su bajo coste y su sencillez. Se convierten en una excelente alternativa para la recuperación de calor de desecho a baja temperatura en todo tipo de industrias. Con el creciente deterioro ambiental y las respectivas regulaciones que se están estableciendo al respecto, la bomba de calor con eyector se convierte en una opción real y eficiente para reducir los contaminantes y aprovechamiento de energía.

4. Objetivos

Objetivo general

Diseñar una bomba de calor con una capacidad de 7 kW operando con eyector de vapor, que emplee el refrigerante R134a.

Objetivos particulares

Determinar los parámetros de operación generales.

Diseñar el sistema de la bomba de calor con eyector(es) con una capacidad de 7 kW de energía calorífica.

Calcular parámetros de diseño de cada elemento para su óptimo funcionamiento con el refrigerante R134a.

Calcular las condiciones geométricas de mayor eficiencia para el eyector.

Evaluar las condiciones termodinámicas de operación del eyector.

Evaluar el COP y los rendimientos de la bomba de calor.

5. Metodología

Para una configuración con eyector, se definirán las condiciones generales de operación empleando el refrigerante R134a, es decir, las temperaturas y presiones, máximas y mínimas; la energía que se le suministrara al sistema, así como la energía que brindara el sistema.

A partir de ello, se diseñará la configuración del sistema de la bomba de calor para cumplir con los parámetros establecidos previamente, siguiendo la pauta de compensar la relativa disminución del COP, con un sistema sencillo de construir, fiable, duradero y de fácil mantenimiento. Considerando la capacidad de 7 KW de la bomba de calor.

Una vez obtenido el diseño del sistema, se comenzará a obtener los parámetros de diseño de cada elemento, para ello se le dará condiciones geométricas iniciales a el(los) eyector(es) de vapor (posteriormente se evaluarán y redefinirán).

Sera importante el centrarse

~~Nos centraremos~~ en la geometría del (los) eyector (es) de vapor, al estar compuesto por diferentes elementos que hacen variar la presión y la velocidad del refrigerante, como lo es el difusor o cámara de mezclado. Así que se obtendrán las condiciones geométricas de mayor eficiencia para las condiciones de operación para el refrigerante R134a.

Al ser el (los) eyector (es) la parte más importante de este sistema de bomba de calor es posible que se vuelvan a obtener nuevos parámetros de diseño para los demás elementos, basándose en las condiciones geométricas previamente obtenidas.

Una vez obtenido los parámetros de diseño finales de todos los elementos se evaluarán los rendimientos de la bomba de calor, el COP y las condiciones termodinámicas de operación del (los) eyector (es).

6. Normatividad

La norma NOM-026-STPS-2008 “Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.” Indica los colores de seguridad, los cuales tienen la finalidad de indicar la presencia de algún peligro, de alguna acción a seguir o evitar.

La norma NOM-052-SEMARNAT -2005 da un listado de residuos, los gases refrigerantes que se encuentran en el listado son el CFC-11 y el CFC-12, ambos pertenecientes a los clorofluorocarbonos.

La norma NOM-162-SEMARNAT-2011 Establece que elementos que generen residuos potencialmente perjudiciales deben someterse a un plan de manejo especial. Los residuos deben ser generados por un gran generador en una cantidad mayor a 10 toneladas por residuo al año.

La norma NOM-002-SCT/2011 establece condiciones para el transporte de sustancias peligrosas, su clasificación y condiciones de transporte, por ejemplo, el tipo de cisterna y elementos de seguridad para su transporte terrestre, en dichas sustancias peligrosas aparecen múltiples refrigerantes.

Existen tres acuerdos internacionales a los cuales México esta suscrito y los tres están centrado en la reducción del cambio climático, cabe destacar que el protocolo de Montreal se centra casi exclusivamente en los refrigerantes:

Revisar la redacción, el párrafo esta incompleto

De acuerdo con el protocolo de Montreal los CFC se han eliminado gradualmente a nivel mundial. Por último, el tratado tiene como objetivo reducir el uso de HCFC en un 99,5% por debajo de los niveles de referencia de 1987 para 2020, con una eliminación completa de HCFC para 2030. México también tiene metas de reducción para ciertos lapsos de tiempo.

El Protocolo de Kioto establece mecanismos de mercado para facilitar el cumplimiento de los compromisos de mitigación de los países desarrollados y promover el desarrollo sustentable en los países en desarrollo: comercio de derechos de emisiones.

En el Convenio de Basilea los HFC y los HCFC están contemplados en las categorías de desechos que hay que controlar, así como compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión del fluoruro cálcico.

En México existe poca regulación sobre el refrigerante R 134a, sin embargo, internacionalmente empiezan a existir normas respecto al mismo, por ejemplo, el Reglamento (UE) Nº 517/2014 aprobado en la unión europea, donde establece que para el año 2022 quedara prohibido el uso de refrigerantes con un PCA mayor a igual o superior a 150 en usos de refrigeración comercial. Siendo que el PCA del refrigerante R 134a es aproximadamente de 1400.

Las siguientes normas, son aplicadas al momento de dibujar los esquemas y los planos de la bomba de calor:

NOM-Z-3-1986 (vistas)
NOM-Z-4-1986 (líneas)
NOM-Z-5-1986 (rayados)
NOM-Z-6-1986 (cortes y secciones)
NOM-Z-23-1986 (clasificación de los dibujos según su presentación)
NOM-Z-25-1986 (acotaciones)
NOM-Z-65-1986 (escalas)
NOM-Z-68-1986 (dimensiones y formatos de las láminas de dibujo)
NOM-Z-74-1986 (cuadro de referencias)

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 I	

	Actividades del trimestre 21-O	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Diseñar la configuración del sistema de la bomba de calor.												
2	Dibujar esquema de la configuración del sistema de la bomba de calor.												
3	Estimar los parámetros de diseño para cada elemento.												

4	Calcular valores geométricos óptimos para el(los) eyector(es).												
5	Evaluar el rendimiento termodinámico de los elementos del sistema considerando la geometría de el(los) eyector(es).												

	Actividades del trimestre 22-I	Semana											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Determinar nuevos parámetros de diseño para cada elemento.												
2	Elegir los materiales de fabricación y dispositivos apropiados para las condiciones de operación.												
3	Evaluar los rendimientos de la bomba de calor y el COP												
4	~~Elaborar reporte final~~												

Elaborar y entregar el reporte final

8. Entregables

Reporte Final.

Planos del diseño de la bomba de calor.

9. Referencias bibliográficas

[1] AFEC Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización, 2019, *La bomba de calor. Fundamentos, tecnología y casos prácticos*, AFEC, Madrid.

[2] S.B. Riffat, G. Gan, S. Smith, 1996, "Computational fluid dynamics applied to ejector heat pumps", Applied Thermal Engineering, 16 (4), págs. 291-297

[3] Raúl Pizarro Romanillos, 2014, Refrigeración solar por eyector, Ph.D. tesis, Departamento de ingeniería térmica y de fluidos, Escuela Politécnica Superior.

[4] Z. Zhang, X. Feng, D. Tian, J. Yang, L. Chang, 2020, "Progress in ejector-expansion vapor compression refrigeration and heat pump systems", Energy Conversion and Management, 207.

10. Terminología

COP: El **coeficiente de desempeño** (COP, siglas de *coefficient of performance*) indica la eficiencia con la que trabaja una bomba de calor, también indica la relación entre la potencia térmica y la potencia de accionamiento requerida para dicho funcionamiento. Este valor es útil para comparar diferentes bombas de calor en las mismas condiciones de funcionamiento. Cuanto mayor sea el COP, con más efectividad trabajará la bomba de calor.

Diagrama P-h: Es un diagrama también conocido como *diagrama de Mollier para presión entalpía*, y es la representación gráfica en una carta de los estados posibles de un compuesto químico.

PCA: Es el acrónimo de *potencial de calentamiento atmosférico*, establece una medida de como el refrigerante utilizado en un equipo, va a afectar al calentamiento global, midiendo la influencia de este refrigerante en el efecto invernadero, considerando al Dióxido de Carbono (CO_2) y tomando como base el calentamiento global de 1 unidad de CO_2 (=1kg) a lo largo de 100 años.

Infraestructura

No aplica

11. Asesoría complementaria

No aplica

12. Publicación o difusión de los resultados

No aplica

Comentario del CEIM		Acción realizada en la PPI	
Pagina		Pagina	
*	Faltas de ortografía	*	Se corrigieron todas las faltas indicadas.
3	110 dólares ~~USA~~	3	Se modificó el texto a “110 dólares americanos”
3	soluciones que son ~~respetuosas~~	3	Se modificó el texto a “soluciones que son amistosas”
3	~~tiene el potencial~~ de una larga vida útil	3	Se modifico el texto a “ofrece la posibilidad de una larga vida”
3	Centrar, si no es de su autoría, citar la fuente de la imagen.	3	Se centro la imagen y de citó la fuente de la imagen
4	¿Qué es COP?	4	Se agregó la definición del COP en la terminología
4	La referencia [3] va después del paréntesis	4	Se colocó la referencia [3] después del paréntesis
4	Revisar la redacción, este párrafo es confuso	4	Se corrigió la redacción de dicho párrafo y se incluyó el término “diagrama P-h” en la terminología.
4	Con ~~la creciente preocupación~~ ambiental	4	Se modificó el texto a “con el creciente deterioro ambiental”
5	¿Qué es COP?	5	Se agregó la definición del COP en la terminología
5	¿R134 o R134a?	5	Se especificó en el documento el uso del refrigerante R134a
5	~~de larga vida útil~~ y de fácil mantenimiento	5	Se modificó el texto a “duradero y de fácil mantenimiento”
5	Revisar la redacción, este párrafo es confuso	5	Se corrigió la redacción de dicho párrafo.
5	Agregar Norma(s) que tengan que ver con el impacto ambiental del uso del Refrigerante R134	5 y 6	Se investigó y colocó el Reglamento (UE) Nº 517/2014 en la normatividad. A su vez, se agregó el término PCA a la terminología.
5	NOM-052-SEMARNAT -2005 NOM-162-SEMARNAT-2011 NOM-002-SCT/2011	5	Se consultaron y adicionaron dichas normas, con la breve descripción de su relación con los refrigerantes.
5	La legislación mundial ha fijado normas y reglas rigurosas para eliminar el uso de refrigerantes a base de clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC) e hidrofluorocarbonos (HFC) y reconoce que utilizar alternativas ecológicas ha dejado de ser un asunto de educación y conciencia ambiental individual para convertirse en una disposición legal.	5 y 6	Se consultaron y citaron los acuerdos internacionales a los cuales está suscrito México, y que son de importancia para la elaboración de normas a nivel nacional.

6	Unir las actividades 9 y 10	6 y 7	Se unieron las actividades 9 y 10. A su vez, se modificó la planificación de semanas del proyecto de integración; de un trimestre a dos trimestres. Esto debido a que se identificó algunas actividades que estarían justas de tiempo y se prefirió darles un plazo más holgado para realizar las actividades con una mayor calidad de contenido.