

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.



David Orlando Jojoa Pinza
Diego Fernando Escobar Játiva

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático

Corporación Universitaria Autónoma de Nariño – Colombia

david920623@hotmail.com

difer1712@hotmail.com

Resumen

El siguiente artículo presenta un modelo conceptual – analítico, referente al proyecto de diseño y construcción de un prototipo de equipo de aire acondicionado el cual funciona con el método de absorción mecánica con un fluido de trabajo entre amoníaco como refrigerante y agua como absorbente, el cual está diseñado con dos partes principales; el sistema de aire acondicionado el cual esta sellado herméticamente con el fluido para que no haya problema de fugas este sistema se conforma por los elementos esenciales de un sistema de refrigeración convencional como evaporador, condensador, dispositivo de expansión pero remplazando el compresor mecánico por un compresor térmico en cual se compone de un absorbedor, un generador y un rectificador en el cual se debe agregar calor para lograr la presión alta en el ciclo. El amoníaco fue elegido por sus propiedades termodinámicas excelentes siendo determinado como el refrigerante ideal ya que también es una sustancia la cual no aporta al agotamiento de la capa de ozono ni al calentamiento global. Para hacer un prototipo aún más amigable con el medio ambiente se opta por diseñar un captador solar térmico parabólico el cual sería el encargado de la adición de calor al equipo. Con la introducción de estos sistemas se podría disminuir la utilización de los CFCs (clorofluorcarbonados) que utilizan los sistemas convencionales de refrigeración como fluidos de trabajo. Y además la utilización de energías convencionales sería menor en un gran porcentaje.

Palabras Claves: refrigeración, refrigeración por absorción, refrigerante, medio ambiente, energía solar, captador solar parabólico, amoníaco.

Abstract

The following article presents a conceptual - analytical model, referring to the design and construction project of a prototype of air conditioning equipment, which works with the mechanical absorption method with a working fluid between ammonia as a refrigerant and water as absorbent, which is designed with two main parts; The air conditioning system which is hermetically sealed with the fluid so that there is no

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.

problem of leakage this system is conformed by the essential elements of a conventional refrigeration system as evaporator, condenser, expansion device but replacing the mechanical compressor by a compressor Thermal in which it is composed of an absorber, a generator and a rectifier in which heat must be added to achieve the high pressure in the cycle. Ammonia was chosen for its excellent thermodynamic properties being determined as the ideal refrigerant because it is also a substance which does not contribute to the depletion of the ozone layer nor to global warming. To make an even more environmentally friendly prototype, we chose to design a solar parabolic thermal collector which would be responsible for adding heat to the equipment. With the introduction of these systems, the use of CFCs (chlorofluorocarbons) using conventional refrigeration systems as working fluids could be reduced. And in addition the use of conventional energies would be smaller in a great percentage.

Key words: *Refrigeration, absorption refrigeration, refrigerant, environment, solar energy, parabolic solar collector, ammonia.*

1. Introducción

En la actualidad el medio ambiente pasa por un momento crítico los contaminantes emitidos hacia este se han elevado en un porcentaje muy alto a pesar de que los países como las grandes potencias han puesto en marcha métodos para reducir tales porcentajes.

El calentamiento global, destrucción de la capa de ozono son efectos que se han desencadenado a causa de la gran contaminación proveniente la mayor parte por la acción de la mano del hombre, que ha crecido un gran porcentaje desde la revolución industrial hacia el presente. Si bien una atmosfera contaminada puede dañar la salud de las personas y afectar a la vida de las plantas y los animales, además de los cambios que se producen en la composición química de la atmósfera que alteran el clima, fenómenos todos ellos de una gran importancia global, que conllevan a tomar las medidas necesarias para que no se produzcan situaciones graves para la vida de la humanidad y de toda la biosfera.

Los CFCs (clorofluorcarbonados) emitidos a la atmosfera provienen de varias aplicaciones como la producción de solventes, propelentes, plásticos expandidos, además de la generación de frío, en la que están las industrias frigoríficas, la utilización de equipos de aire acondicionado.

En equipos de aires acondicionados se utiliza comúnmente como fluido de trabajo CFCs (clorofluorcarbonados) que tiene propiedades de agotamiento de capa de ozono además de que aportan al calentamiento global. El funcionamiento de estos equipos depende de la energía eléctrica lo cual indirectamente quiere decir que agotan una fuente de energía que es limitada.

Debido a lo anterior el proyecto se encamina a introducir un equipo de aire acondicionado el cual contribuya en la reducción de la contaminación atmosférica con la utilización de la energía solar acumulada en captadores, para el funcionamiento de este. Además de utilizar fluidos de trabajo que no tengan propiedades de agotamiento de ozono y potencial de calentamiento global.

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.



2. Materiales y Métodos

Para el desarrollo del proyecto en cuanto a diseño y construcción se aplica un método en el cual se interactúa con los usuarios y personas idóneas en el tema para la recolección de datos los cuales nos puedan generar unos criterios de diseño para así realizar un esquema de funciones detallado y poder al final obtener un prototipo que cumpla con las expectativas planteadas desde un inicio.

Una vez identificada la propuesta que satisface los requerimientos del usuario, se procede al diseño detallado de la máquina, donde se realizan los cálculos y planos de construcción del prototipo. Al finalizar el proceso de construcción, se realizan pruebas y ensayos para validar la eficiencia y el adecuado funcionamiento del prototipo. La Tabla 1 ilustra los diferentes procedimientos e instrumentos empleados en el desarrollo de las distintas etapas del proyecto.

Tabla 1: Procedimientos e instrumentos

Procedimiento	Instrumentos
1. Identificación de la necesidad.	Encuestas y entrevistas a técnicos, ingenieros y personas que hacen uso de aires acondicionados.
2. Planteamiento de los requerimientos y especificaciones de diseño.	Análisis de funciones y procesos. Análisis documental.
3. Generación de las alternativas de diseño.	Matriz morfológica. Criterios de evaluación.
4. Diseño de detalle.	Cálculos y planos de la máquina.
5. Construcción del prototipo.	Talleres de máquinas herramientas, soldadura y pintura.
6. Evaluación y análisis de resultados.	Ensayos de carga térmica. Pruebas de temperatura. Pruebas de eficiencia.

Fuente: esta investigación (2016).

3. Descripción del proceso de aire acondicionado por absorción mecánica.

Condiciones de entrada del producto: en un equipo de aire acondicionado el producto que ingresa para ser procesado es el aire de los recintos a climatizar, que al entrar al sistema tiene unas condiciones proporcionales al ambiente, como temperaturas altas de 27°C y con una humedad relativa entre el 60% y 80% y un índice de calidad de aire de promedio 18,8 µg/m³ (concentración de contaminantes presentes en la atmosfera).

Condiciones de salida del producto: luego del proceso que hace el equipo de acondicionamiento de aire este deberá tener una temperatura por debajo de la ambiente

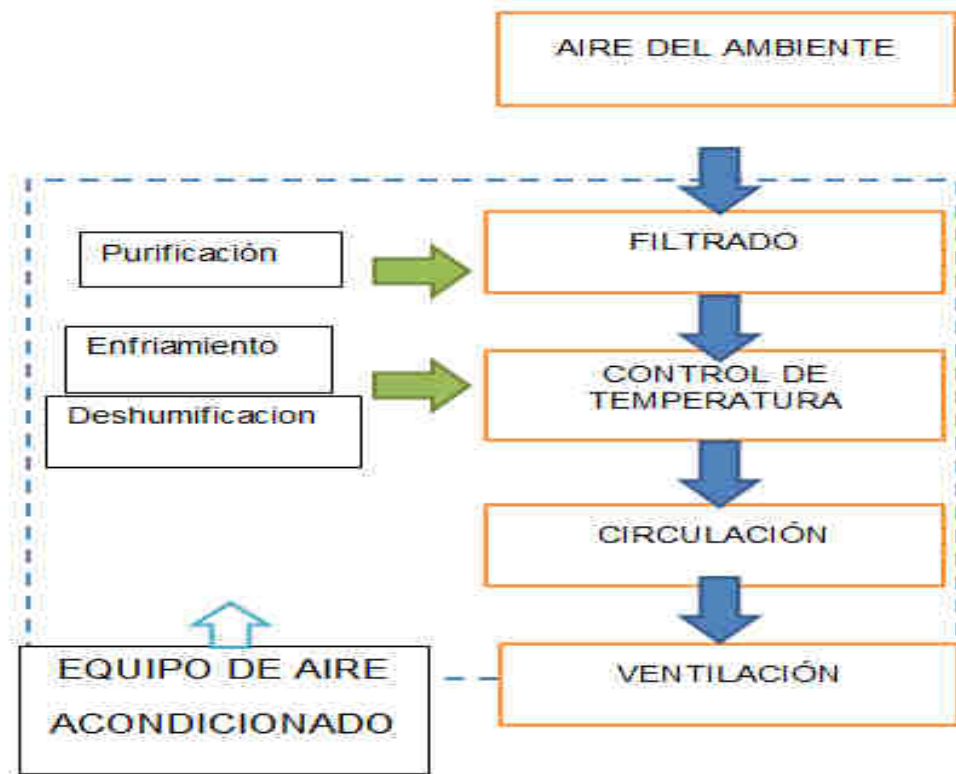
Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.

por lo general un 35% cuando las temperaturas son elevadas, una humedad por debajo del 20% y una pureza con respecto a los contaminantes de mayor tamaño por debajo de los presentes en el ambiente.

Figura 1. Identificación de las funciones de la máquina a partir del diagrama de proceso



Fuente: esta investigación (2016)

ANÁLISIS FUNCIONAL

Partiendo de las necesidades requeridas por los usuarios y detectadas por medio de los técnicos se plantea la función principal y subfunciones que se derivan del proceso que efectúa un equipo de aire acondicionado para que su desempeño sea confortable; entonces en su trabajo es necesario la utilización de fuentes de energía como: eléctrica, térmica con ciertas condiciones de temperatura, voltaje y corriente; el inicio o puesta en marcha del equipo que puede ser un sistema on/off, además de la materia prima que ingresa que en este caso es el aire a tratar. Todos estos factores se vuelven entradas al sistema ya que son primordiales para cumplir la función principal. Las salidas del sistema en su operación normal además del aire a condiciones diferentes a las de entrada también pueden estar el calor que se genera a partir del proceso de acondicionamiento de aire y el funcionamiento de elementos a partir de la energía eléctrica, representado todo esto en la figura 2

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.

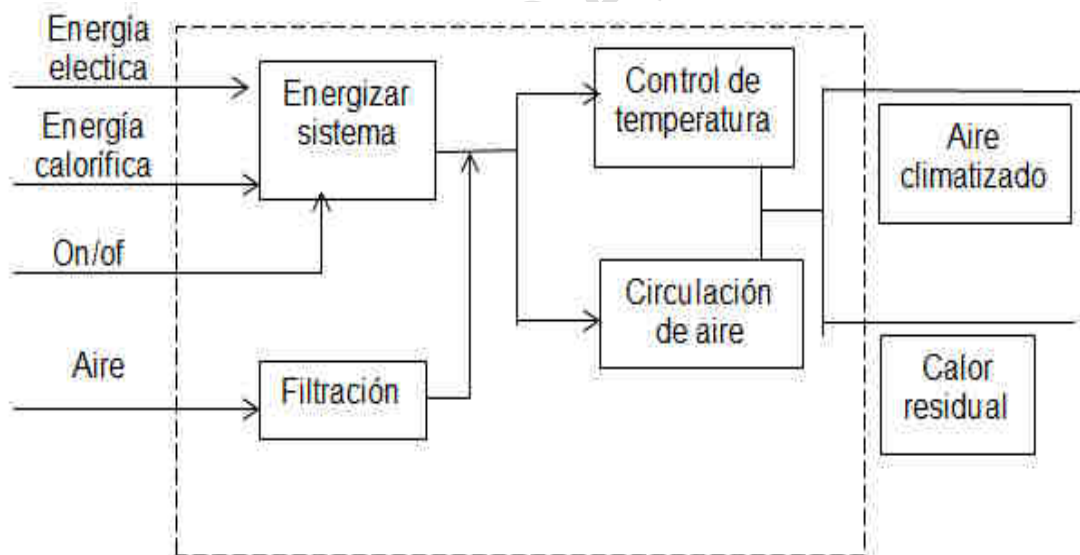
Figura 2. Diagrama de caja negra acondicionamiento de aire



Fuente: esta investigación. (2016)

El diagrama de la figura 3 muestra esquemáticamente las subfunciones derivadas que en teoría deben realizarse para que se cumpla la función principal, las subfunciones son: energizar sistema, controlar la temperatura del aire, filtración, y la circulación del aire, aparentemente para ello se necesitan tener las entradas designadas en la figura 2 y como resultados las salidas planteadas.

Figura 3 diagrama esquemático acondicionamiento de aire



Fuente: esta investigación. (2016)

Ahora para tener una más clara visión de las operaciones que se realizan en el proceso de acondicionamiento de aire, profundizando en las entradas, funciones y salidas del sistema se plantea realizar el flujo de operaciones y el diagrama de caja transparente figura 4

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Flujo de materia: en el sistema de aire acondicionado la materia prima que se trata es el aire este pasa por unos determinados procesos ya sea en el que se le extrae energía o se hace recambios de aire permitiendo que salga del sistema una materia con propiedades deseadas por el usuario como temperatura humedad más baja entre otras.

Entradas: aire a ser tratado

Salidas: aire acondicionado

Funciones relacionadas: circulación de aire, filtración (purificación)

Flujo de energía: el sistema se diseña para extraer energía en forma de calor de un recinto, mediante un mecanismo enfriador. Cuando el medio donde se tratara el aire aumente la temperatura el sistema absorberá el calor y lo transportara fuera del recinto para liberarlo al ambiente o viceversa.

Entradas: energía eléctrica, energía de calor

Salidas: calor liberado por la operación del sistema

Funciones relacionadas: energizar sistema, absorber calor, transportar calor, disipar calor.

Flujo de información: el sistema cuenta con válvulas con las cuales se regula el flujo de refrigerante permitiendo una mayor eficiencia en el equipo, las condiciones de uso preferidas por el usuario son entradas del sistema. Que se generan mediante entradas mecánicas que luego se convierten en salidas mecánicas o físicas.

Entradas: preferencias del usuario, temperatura interior del recinto, condiciones de humedad,

Salidas: operación del mecanismo enfriador, operación del sistema

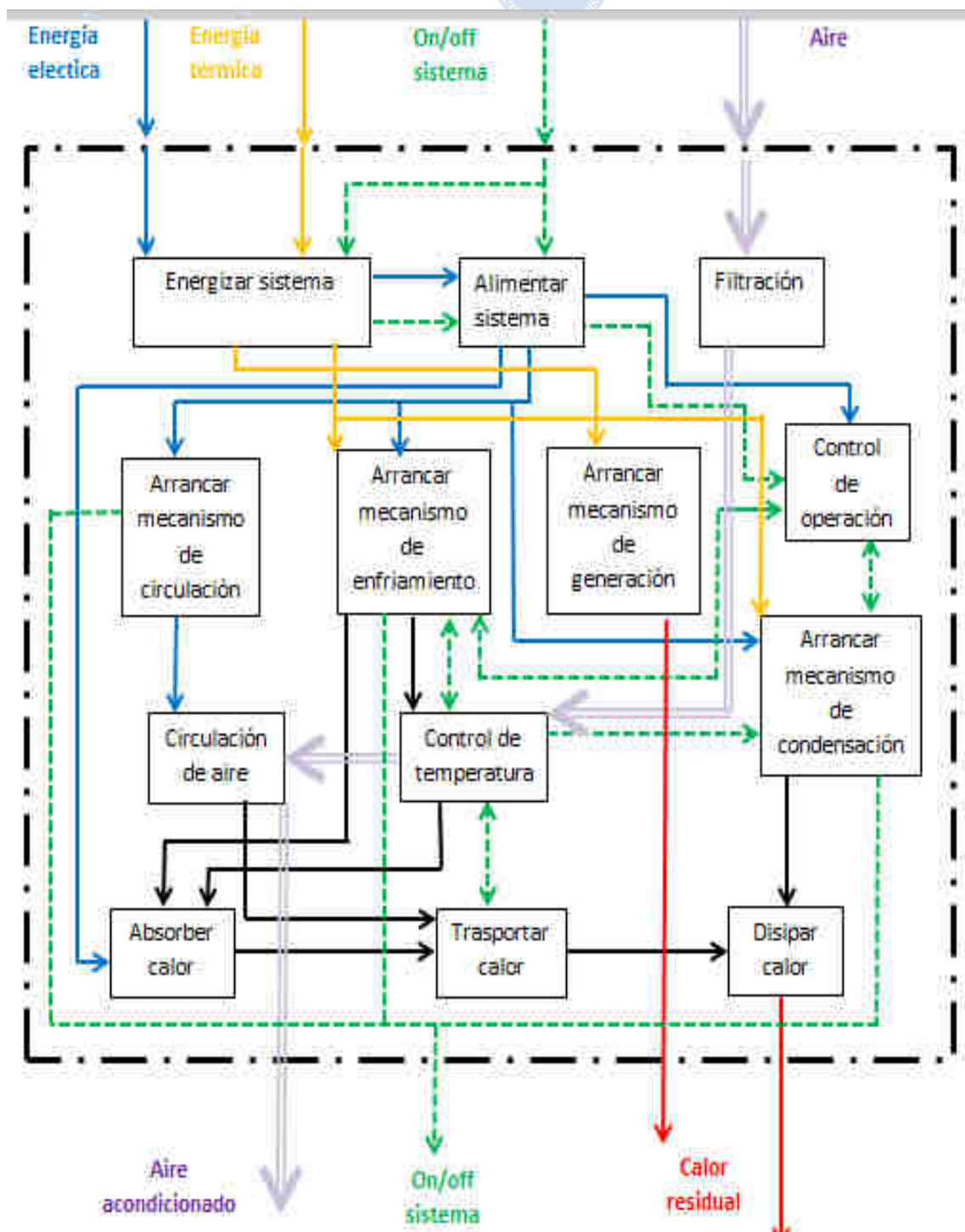
Funciones relacionadas: alimentar sistema, arrancar sistema en general, controlar operación, control de temperatura del aire.

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Figura 4 diagrama de caja transparente acondicionamiento de aire



Fuente: esta investigación. (2016)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.



4. Cálculos.

El diseño del prototipo de equipo de aire acondicionado se compone principalmente de dos partes las cuales pueden ser calculadas detalladamente. La primera parte que es el sistema de aire acondicionado está más detallada en cálculos ya que sus partes son fundamentales en el funcionamiento de todo el equipo.

Tabla 6. Cálculos realizados por partes principales

Sistema	Cálculos realizados
Equipo de aire acondicionado	Parámetros termodinámicos, dimensionamiento de evaporador, condensador
Captador solar parabólico	Área de captación, parábola de reflexión.

Fuente: esta investigación (2016)

El prototipo es bastante robusto debido a los materiales que exige su construcción; aproximadamente ocupa unas dimensiones de: captador solar. Ancho 1,15m; largo 1,70m y altura 0,7m.

Prototipo de refrigeración. Ancho 1,15m; largo 1,50m y altura 1,90m.

La máquina es alimentada además de la energía solar térmica por una toma de 220v monofásica para los ventiladores y el sistema de orientación solar, también se necesita de una entrada 110v para la bomba de circulación de agua en el captador solar.

El peso aproximado del total de la maquina es 250 kg. Los resultados de los cálculos obtenidos se resumen en las Tablas 7, 8 y 9.

Tabla 1 resumen de parámetros termodinámicos

punto	T(°C)	X(%NH ₃)	P(psi)	P(kg/cm ²)	h(Kj/Kg)	m(kg/h)	estado del fluido
1	3	0,9998	69,61	4,89	1445,13	0,993	vapor
2	91,99	0,9998	238	16,73	1621,73	2,396	vapor
3	42	0,9998	238	16,73	381,368	2,396	líquido
4	3	0,9998	69,61	4,89	381,368	0,993	vapor
a	91,99	0,9794	238	16,73	1459	0,993	vapor
a'	91,99	0,9794	238	16,73	1459	1,4	vapor
b	91,99	0,0204	238	16,73	363,6	0,0786	líquido
c	28	0,0204	69,61	4,89	363,6	0,0786	líquido
c'	28	0,0204	69,61	4,89	363,6	0,0786	líquido

Fuente: esta investigación (2016)

Tabla 2 resumen de diseño de condensador

variable	valor
Propiedades Termodinámicas	
T _{entradaNH3}	91,99°C
T _{salidaNH3}	42°C

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

**REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA:
Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.**

m_{NH3}	2,396kg/h
Q_{co}	826W
X_{NH3}	0,9998 -
Presión	238 psi
Propiedades Mecánicas	
D_n de tubos	3/8 de pulgada
L_{total}	9,13m
Área de transferencia	0,49m ²
Material de tubos	acero al carbón cedula 40
Configuración	espiral
Enfriamiento	convección forzada
Aletas	rectangulares aluminio

Fuente: esta investigación. (2016)

Tabla 3 resumen de diseño de evaporador.

variable	valor
Propiedades Termodinámicas	
$T_{entradaNH3}$	3°C
$T_{salidaNH3}$	3°C
m_{NH3}	0,993kg/h
Q_{co}	293,33W
X_{NH3}	0,9998 -
Presión	69,61psi
Propiedades Mecánicas	
D_n de tubos	3/8 de pulgada
L_{total}	8m
Área de transferencia	0,43m ²
Material de tubos	acero al carbón cedula 40
Configuración	rectangular compacto
Enfriamiento	convección forzada
Aletas	rectangulares aluminio

Fuente: esta investigación (2016)

Tabla 4 resumen de diseño captador solar

variable	valor
Propiedades Termodinámicas	
$T_{ambiente}$	23,8°C
$T_{promedio\ foco}$	90°C
Propiedades Mecánicas	
longitud del foco	1,5m
diámetro focal	2 pulgadas

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.

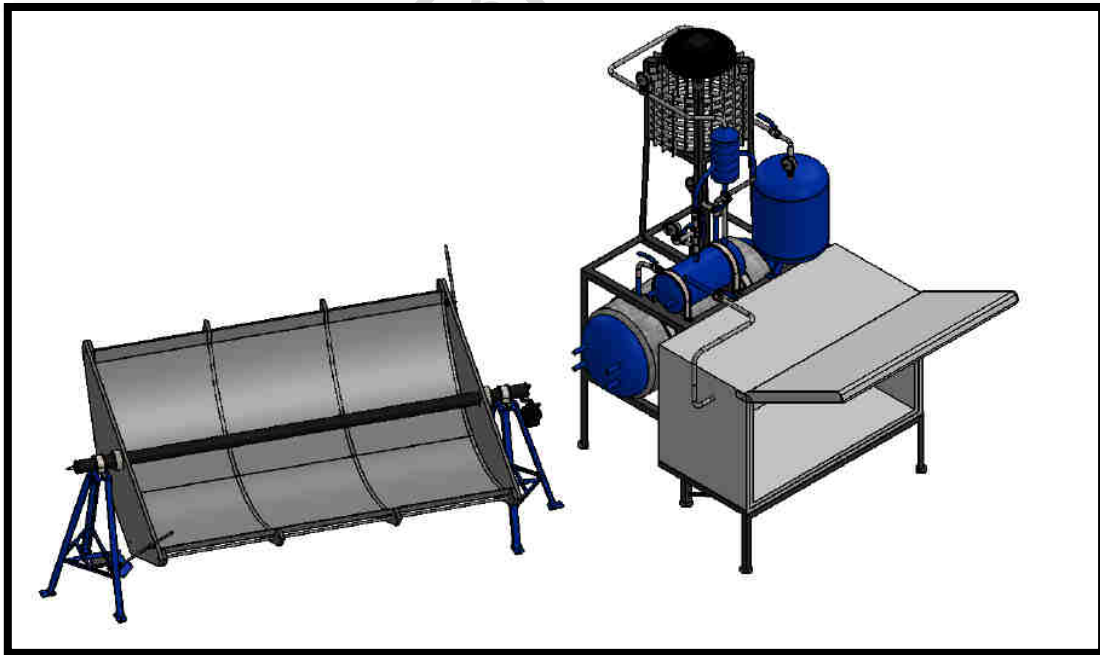
dimensiones captador	1,5mX1m
área de captación	1,5m ²
material reflejante	lamina acero inoxidable AISI 410
material foco	tubo de aluminio
material de estructura	ángulo acero estructural (1020)
material de parábola	madera MDF
seguidor solar	electromecánico asistido
ángulo de giro	180°
Flujo del agua	Bomba centrífuga.

Fuente: esta investigación. (2016)

5. Modelado de la máquina

El modelado del prototipo de equipo de aire acondicionado por absorción mecánica se realizó empleando el software SolidWorks. La Figura 5 muestra el modelo tridimensional del prototipo en el cual se observa las dos partes principales, el captador solar a la parte izquierda y el sistema de aire acondicionado hacia la derecha; los ventiladores son controlados manualmente por switches on/off desde una caja de control ubicada en el equipo de aire acondicionado.

Figura 5. Equipo de aire acondicionado por absorción mecánica y colector solar parabólico



Fuente: esta investigación (2016)

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.



6. Proceso de construcción

Según la norma ASHRAE para sistemas de refrigeración que manejan amoniaco como fluido de trabajo se debe construir en acero al carbón o acero inoxidable con cedula 40 para uniones soldados y cedula 80 cuando las uniones exigen ser roscadas, los accesorios como codos, válvulas, manómetro deben ser en uno de estos dos materiales y se debe tener cuidado con la presiones de funcionamiento y de servicio de cada elemento. Para la reducción en las perdidas de calor se utiliza aislantes térmicos los cuales se utilizan en función de la temperatura así se selección para altas temperaturas la fibra de vidrio y en ductos se hace la utilización de rubatex, en la cámara de pruebas se utiliza poliuretano expandido ya que las temperaturas a aislar son bajas. Para el moldeado y construcción del captador solar se ha utilizado lámina de acero inoxidable de la serie 410 calibre 28 el cual es de un terminado brillante lo cual permite la reflexión de los rayos solares. En la formación de la parábola en la cual reposa la lámina se utilizó madera MDF de 15mm la cual es de fácil maquinado y tiene la propiedad que es de un peso ligero.

7. Resultados y discusión

El análisis se lo realiza de igual manera para los componentes los cuales tiene más importancia en el sistema.

Las temperaturas obtenidas en el foco del captador solar son considerablemente más altas a los esperados lo cual es muy beneficioso, ya que la baja de temperatura por las pérdidas de calor en el tubo se reduce. Estas temperaturas son las indicadas para realizar la desorción del amoniaco en la mezcla pero no solo es necesario la temperatura alta sino que el colector tiene la función de otorgar una cantidad de energía con la cual se podría evaporar la cantidad calculada por hora.

Según otro estudio más profundo realizado por el IDEAM se tiene que la cantidad de radiación entregada por metro cuadrado en la ciudad de San Juan de Pasto es menor a la tomada como cálculo inicial, debido a esto el flujo de vapor de amoniaco se hace más lento y la cantidad de amoniaco que se desprende de los generadores por hora se reduce considerablemente, es decir que para tener 0,993kg de refrigerante se necesita más de una hora de calentamiento o de generación por parte del captador solar.

Para conseguir la misma ganancia de energía en el captador se debe tener un área mayor a la que se ha construido en el presente prototipo.

Al realizar la prueba de flujo natural (termosifón) en el captador no se consiguió el flujo másico necesario por lo cual hubo la necesidad de utilizar una bomba la cual corrigió este error.

El colector solar es dependiente del clima que se presente en el lugar donde se instale es por ello que las temperaturas en este varia constantemente durante el día y no se

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.

consigue realizar una generación óptima cuando los días están totalmente nublados, al contrario cuando los días están despejados se consiguen temperaturas en el foco las cuales pueden hasta hacer llegar al punto de ebullición el agua, entonces el funcionamiento continuo del equipo depende de si hay o no oportunidad de recolectar la energía suficiente para realizar el proceso de generación y obtener el suficiente amoniaco.

La utilización de un mecanismo de orientación solar hace que el colector este direccionado correctamente lo cual hace que la temperatura del foco sea más constante durante periodos considerablemente extensos.

En la cámara de evaporación las temperaturas son variables pero se ha llegado a temperaturas más bajas de las cuales se calcularon, la utilización de un elemento de expansión el cual lo conforma el tubo capilar que no es de un diámetro supremamente reducido y una válvula de control manual hacen difícil el control exacto de la presión y temperatura de la cámara de frio.

La evacuación del calor se realiza muy bien aunque es menor a la carga térmica de diseño con un porcentaje no muy elevado ya que la absorción se realiza muy satisfactoriamente en los dos cilindros adaptados para esta función.

En los días soleados el aislante que se ha colocado en la cámara funciona correctamente ya que la pérdida de temperatura de adentro hacia el ambiente es mínima.

Para realizar un análisis de la eficiencia real que se obtiene en el equipo se toma la prueba de carga térmica que se realizó más cercana a lo ideal o calculado la cual es la de 1 kg de agua dando una cantidad de calor de 15,85 KJ (4,403W) la cual se enfría en un tiempo aproximado de un minuto y la salida de temperatura está en un rango aceptable entonces se procede: $4,403W * 60min = 264,18W/h$

$$COP = \frac{Q_e}{Q_g + W_{vent}}$$

$$COP = \frac{6340,32w/dia}{10000W/dia + 781W/dia} = 0,59$$

Este resultado que se obtuvo se interpreta en un rango menor al que se ha calculado que fue de 0.65 pero es aceptable en el rango de eficiencia para máquinas de absorción con ciclo intermitente en donde se suprime el trabajo de la bomba.

En la condensación el elemento funciona perfectamente ya que evacua el calor con el que llega el fluido que está a una temperatura de aproximadamente 95°C y baja hasta un rango aproximado entre 35 y 28 °C; aunque la caída de presión está en un porcentaje no crítico pero si es de tomar en cuenta para realizar recomendaciones con respecto a la velocidad del ventilador. Los rangos de temperatura de este elemento varían ya que el captador solar según la hora del día puede subir hasta temperaturas mayores a las de diseño haciendo que la solución amoniaca se caliente a más de lo previsto.

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.

8. Conclusiones

- ❖ Es escasa la cantidad de información sobre la mezcla del fluido de trabajo que se utilizó en el estudio del proyecto haciendo que las propiedades se obtengan por un medio gráfico lo cual genera un porcentaje de error mayor al que podrían generar los softwares diseñados para estas aplicaciones.
- ❖ El uso de las energías alternativas en opción a reducir la utilización de las convencionales específicamente de la energía eléctrica en el caso de los sistemas de refrigeración por compresión, se puede realizar mediante la utilización y el estudio profundo de los sistemas de absorción con la adaptación de captadores solares los cuales aportan el calor que se necesita en el conjunto denominado compresor térmico.
- ❖ Al utilizar fluidos de trabajo (refrigerante – absorbente) en el prototipo los cuales no afectan al medio ambiente se logra realizar un aporte a la problemática ambiental en cuanto a la reducción de emisiones de gases con potencial de calentamiento global y sustancias agotadoras de ozono.
- ❖ Si bien las normas ASHRAE establecen que en los sistemas de refrigeración en los cuales esté presente el R717 (amoníaco), se debe utilizar tubería de acero al carbón en cedula 40 si las uniones son soldadas o cedula 80 si son roscadas, al finalizar el proyecto se pudo establecer que las fugas en sistemas roscados se presentan con mayor frecuencia y su corrección resulta tener un grado mayor de dificultad que las uniones soldadas en el momento de montar el sistema.
- ❖ En sistemas de compresión de vapor, el refrigerante se ve desgastado por la presencia de aceite lubricante en el compresor, dicho aceite es indispensable para la vida del dispositivo de compresión por la configuración de piezas móviles presentes en el interior de este. Por otra parte en el sistema de absorción la vida útil del refrigerante es mucho mayor como consecuencia de la menor cantidad de piezas móviles en el sistema de compresión térmica.
- ❖ La variación del clima en San Juan de Pasto hace que el funcionamiento del equipo de captación solar reduzca su eficiencia en rangos aceptables cercanos al 4% ya que todo el sistema depende de la energía que se entrega por la radiación solar, la cual en experimentación práctica fue menor a la esperada en el diseño detallado del proyecto.
- ❖ La eficiencia lograda en el equipo está en aproximadamente 1 % por debajo de la que se esperaba lo cual aún es un buen resultado para un equipo de absorción intermitente el cual utiliza dos ventiladores para realizar la convección forzada a diferencia de otros prototipos realizados en otros estudios que utilizan convección natural.

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.



9. Recomendaciones

- ❖ Realizar un estudio sobre otros materiales con mejores propiedades térmicas que el acero al carbón los cuales sean compatibles con el fluido de trabajo que se utilizó en el presente proyecto con el fin de disminuir el tamaño del prototipo.
- ❖ Cuando se opte por trabajar con amoniaco se debe realizar con mucha anterioridad y por medio de la universidad la consecución del certificado de carencia en el ministerio de justicia y derecho, dependencia de químicos y estupefacientes para poder comprar transportar y manejar este elemento sin ningún problema.
- ❖ Realizar un estudio sobre la implementación automatizada del mecanismo de orientación solar para que la eficiencia del sistema pueda ser más constante y no haya necesidad de estarlo manipulando manualmente.
- ❖ Para disminuir la dependencia de una persona la cual maneje y controle el funcionamiento del equipo de aire acondicionado se debería estudiar la posibilidad de automatizar las válvulas de control.

PROHIBIDA SU COPIA

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.



Referencias bibliográficas:

ARAUJO & CAMPOS, análisis teórico- experimental del colector cilíndrico parabólico automatizado con espejos reflectantes, primera edición, México: 2010, 202P

CENGEL & BOLES. Termodinámica, sexta edición, México: McGraw-Hill. 2007, 1008P.

DOSSAT, Roy J. Principios de Refrigeración: editorial Continental.SA. México: 1980. 594P.

PITA. Edward G. Principios y sistemas de refrigeración, segunda edición. Limusa (Noriega Editores), 1992, 497P

PYTEL & SINGER, resistencia de materiales, introducción a la mecánica de sólidos, cuarta edición, México: alfa omega, 1994, 870P.

QUADRI, Néstor, sistemas de aire acondicionado, calidad del aire interior. Primera edición. Argentina: librería y editorial Alsina, 2001, 209P.

YUNUS CENGEL. Transferencia de calor y masa, un enfoque práctico. Tercera edición México: McGraw-Hill, 2007, 930P.

ASOCIACION COLOMBIANA DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE Y DE LA REFRIGERACION (ACAIRE). Normativa de Refrigeración y Cadena de Frio en Colombia. Disponible en: <http://www.acaire.org/normas.php>. P1 [02/06/2015 11:54 a.m.]

CANO José; refrigeración por absorción. Interés energético e impacto ambiental, interés energético, 2001, p, 7 [Citado 2 marzo., 2016]. Disponible en: <http://www.cientificosaficionados.com/energia%20solar/aire%20acondicionado.pdf>

ESCOBAR, Erasmo y ORTIZ, Andrés, sistemas de refrigeración, manejo de refrigerantes [grabación de voz] ,2015.

Francisco, 2011, P16. [Citado 5 febrero., 2016]. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/818>

GOMEZ, Ramón. Problemas medio ambientales de los CFCS. España, la Coruña, 1995.p. 3. [Citado 23 marzo., 2015]. Disponible en: http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/sroc/sroc_spmts_sp.pdf

ICONTEC. Norma NTC 4366.pdf disponible en: <http://tienda.icontec.org/brief/NTC4366.pdf> [02/06/2015 2:00 p.m.]

ICONTEC. Norma NTC 4368.pdf disponible en: <http://tienda.icontec.org/brief/NTC4368.pdf> [02/06/2015 2:20 p.m.]

ICONTEC. Norma NTC 5852.pdf disponible en: <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5852.pdf> [02/06/2015 2:25 p.m.]

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)

REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN CON CAPTACIÓN SOLAR TÉRMICA: Una alternativa para la mitigación y adaptación al cambio climático.

ICONTEC. Norma NTC 5853.pdf disponible en:
<http://tienda.icontec.org/brief/NTC5853.pdf> [02/06/2015 2:30 p.m.]

ICONTEC. Norma NTC 5315.pdf disponible en:
<http://tienda.icontec.org/brief/NTC5315.pdf> [02/06/2015 2:45 p.m.]

ICONTEC. Norma NTC 1461.pdf disponible en:
<http://tienda.icontec.org/brief/NTC1461.pdf> [02/06/2015 2:53 p.m.]

ICONTEC. Norma NTC 1736.pdf disponible en:
<http://tienda.icontec.org/brief/NTC1736.pdf> [02/06/2015 3:05 p.m.]

ICONTEC. Norma NTC 2774.pdf disponible en:
<http://tienda.icontec.org/brief/NTC2774.pdf> [02/06/2015 3:15 p.m.]

LOPEZ LIEVANO, Adolfo, Instrumentación y Puesta a Punto de un Sistema de Refrigeración Solar por Absorción Intermitente, tesis, México, 2011, P13. [Citado 17 abril., 2015]. Disponible en:
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30480/1/LopezLievano.pdf>

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Unidad Técnica Ozono. Colombia. Manual de Buenas Practicas en Refrigeración. Bogotá: el ministerio, 2005, P33. [Citado 3 marzo., 2016]. Disponible en:
<https://www.giz.de/expertise/downloads/giz2011-es-buenas-practicas-de-refrigeracion.pdf>

Noticias Mensuales de América Latina y el Caribe. La Capa de Ozono y el Protocolo de Montreal, [citado 23 marzo., 2015]. Disponible en internet:
http://www.protocolodemontreal.org.br/eficiente/repositorio/boletim_ozonio/2014/1196.pdf

PLAZAS, Juan, Los Refrigerantes y el Medio Ambiente, tesis de grado, Barcelona-España. 2012. p.96. [Citado 23 marzo., 2015]. Disponible en:
https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/16336/Memoria_PFC_Plazas_Monroy_Juan_Pablo.pdf

VELASCO, Carmen. Diseño de captador solar cilíndrico parabólico para aplicaciones rurales en Paraguay, tesis, Paraguay, 2012, P4. [Citado 18 agosto., 2016]. Disponible en: http://oa.upm.es/14011/1/PFC_CARMEN_PAREDES_VELASCO.pdf

VILLACIS PEREZ, Andrés Ramiro, Análisis y Diseño de un Sistema de Refrigeración por Absorción, Tesis de Grado. Quito. Ecuador: Universidad de San
WEBS. Sinectis. Disponible en: <http://webs.sinectis.com.ar/hardware/tablas.htm>. [03/06/2015 9: 38 a.m.]

Noviembre 2016

David Orlando Jojoa; Diego Fernando Escobar (Corporación Universitaria Autónoma de Nariño - Colombia)