

MÉTODO DE ENFRIAMIENTO POR ABSORCIÓN AVANZADO ACTIVADO CON ENERGÍAS RENOVABLES PARA SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un **método de enfriamiento por absorción avanzado**
5 **activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento**, donde el sistema es
enfriado por aire, que tiene integrado directamente como generador un colector
concentrador solar (por ejemplo cilindro parabólico, Fresnel, Concentrador Parabólico
Compuesto, entre otros) y un equipo auxiliar a base de biocombustibles (por ejemplo
biogás, biodiesel, etc.). Al integrar directamente un colector concentrador solar al ciclo de
10 enfriamiento, se incrementa la eficiencia térmica y se reduce el número de componentes
del sistema, por lo cual, se recomienda para ser utilizado en acondicionamiento térmico de
espacios para aire acondicionado y conservación de productos perecederos en los
sectores residencial, comercial e industrial, por lo anterior, considero que esta invención
pertenece al campo de la mecánica.

15

ANTECEDENTES

El enfriamiento producido por absorción de vapor y la vaporización de un líquido lo produjo
por primera vez Faraday en 1824, utilizando amoníaco líquido y cloruro de plata en un
pequeño equipo intermitente, pero fue el francés Ferdinand Carré quien inventó el sistema
20 de refrigeración por absorción de operación continua y lo patentó en los Estados Unidos de
América en 1860. Doce años después del registro de la invención de Carré, se presentó la
primera máquina de enfriamiento operada con energía solar de la cual se tienen registros,

fue desarrollada en Paris por Alber Pifre en 1872, dicha unidad se utilizó para producir una pequeña cantidad de hielo. En los inicios del siglo XX muchos países estuvieron interesados en usar la energía solar, pero los desarrollos tecnológicos fueron enfocados a usos diferentes del enfriamiento solar, más sin embargo las dos tecnologías que componen

5 a los sistemas de enfriamiento termosolar: captación solar térmica y enfriamiento térmico, continuaron evolucionando en forma separada, la primera aprovechando la energía solar térmica en muchas otras aplicaciones y la segunda produciendo frío a partir de diferentes fuentes de energía térmica, como fuego directo, vapor de agua, calor residual, etc. Las investigaciones sobre aire acondicionado solar se incrementaron después de 1965.

10 Durante la primera crisis del petróleo en 1973, los sistemas de aire acondicionado eran considerados como un lujo y un sistema innecesario, por lo que la mayoría de los investigadores enfocaron sus esfuerzos en el mejoramiento del diseño y eficiencia de los sistemas de refrigeración, de tal forma que fueron desarrollados varios sistemas novedosos, de los cuales algunos todavía sobreviven con pequeños cambios, pero con lo

15 más moderno en materiales e instrumentación y control. En 1976 alrededor de 500 sistemas de aire acondicionado operados con energía solar térmica fueron instalados en USA, la mayoría de ellos fueron sistemas de absorción usando bromuro de litio-agua como mezcla de trabajo y acoplados a un arreglo de colectores solares de placa plana, el cual suministraba la energía necesaria para su operación.

20 A principios de los 80s del siglo pasado, la compañía Carrier construyó un sistema demostrativo de enfriamiento de agua para aire acondicionado activado por energía solar, este prototipo fue diseñado para operar con agua caliente de baja temperatura y consistía en una unidad de enfriamiento por absorción bromuro de litio-agua de simple efecto,

acoplada a un arreglo de colectores solares de placa plana. Lo interesante de este sistema fue que utilizaba aire como medio de enfriamiento del condensador y absorbedor, además era de baja capacidad (35 kW de enfriamiento). Fue descartado el proyecto por resultar muy caro el subsistema de colección solar en esos tiempos.

5 Velázquez y Best en el 2002, patentaron un sistema térmico de refrigeración por absorción avanzado operado con energía solar y gas natural para uso en acondicionamiento térmico de espacios, en su invención utilizan un banco de colectores solares para calentar un fluido que a su vez calienta el generador del sistema de enfriamiento y reportan un coeficiente de eficiencia de 0.86 en modo de enfriamiento y 1.86 para modo de calentamiento con una
10 integración energética interna de 15.6 kW, en este trabajo se evalúa la posibilidad de utilizar energía solar para calentar aceite térmico y posteriormente activar el generador del sistema de enfriamiento, sin embargo, calentando directamente la mezcla amoniaco-agua en los colectores solares se podría reducir pérdidas térmicas y por lo tanto obtener sistemas más eficientes y compactos. Otras patentes racionadas con sistemas de
15 enfriamiento han sido registradas en diferentes partes del mundo ver (U.S. Patent No. 4187687, U.S. Patent No. 4169499, U.S. Patent. 5666818, U.S. Patent 4100755, U.S. Patent 4,023,948) pero al igual que el caso anterior, el arreglo incluye calentar un fluido en el sistema de colección solar y por medio de ese fluido activar el generador, lo cual puede ser mejorado mediante esta invención.

20 A pesar de que se han llevado a cabo muchos trabajos para analizar el desempeño de sistemas de enfriamiento activados con energía solar, en la mayoría de los casos se utilizan colectores de placa plana y ciclos de enfriamiento de simple efecto, de hecho, no hay antecedente donde se proponga un sistema de enfriamiento por absorción avanzado

en donde el colector solar este integrado directamente al ciclo de enfriamiento, por lo tanto la presente invención se refiere a un sistema de enfriamiento por absorción avanzado enfriado por aire, que tiene integrado directamente como generador un colector concentrador solar (por ejemplo cilindro parabólico, Fresnel, Concentrador Parabólico Compuesto, entre otros) y un equipo auxiliar a base de biocombustibles (por ejemplo biogás, biodiesel, etc.). De esta forma, se incrementa la eficiencia térmica y se reduce el número de componentes del sistema, aprovechando las ventajas de los colectores con concentración solar para generación directa de vapor y los ciclos de enfriamiento por absorción avanzados.

10

DESCRIPCION

Los detalles característicos del presente **método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** se muestran claramente en la siguiente descripción y en los dibujos que se acompaña, siguiendo los mismos signos de referencia para indicar las partes y etapas mostradas.

15 **Breve descripción de las figuras:**

La figura 1 es un diagrama esquemático del **método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** donde el generador es un colector concentrador solar de cilindro parabólico.

20 La figura 2 en una representación del comportamiento de las eficiencias del **método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables**

para sistemas de enfriamiento bajo diferentes niveles de temperatura del generador.

La figura 3 es una representación del comportamiento de las eficiencias y la capacidad del colector solar y **método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** al variar la radiación solar directa disponible.

La figura 4 es una representación del comportamiento del **método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** al variar la temperatura ambiente y el flujo másico que se alimenta al colector solar.

La figura 5 es un resumen energético del **método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento**.

La figura 6 es una variante del **método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** donde se integra un intercambiador de calor de solución (BHX) y una bomba (B3) y los conductos requeridos para su funcionamiento operativo.

Un sistema de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables utiliza la mezcla amoníaco agua como fluido de trabajo, opera a dos niveles de presión y está compuesto por un generador-colector solar (SHX), un equipo auxiliar de energía (SEA), un tanque separador (SEP), un intercambiador de calor activado por solución (GHX), un rectificador enfriado por aire (RE), un condensador enfriado por aire (CO), un

preenfriador (PRE), una válvula de expansión de refrigerante (VER), un evaporador (EV), un Absorbedor enfriado por aire (AB), un Absorbedor enfriado por solución (AHX), un Absorbedor generador (GAX), dos bombas para transportar el fluido de trabajo (B1, B2) y conductos metálicos para conectar entre si los diferentes equipos.

5 Este **método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** consta de cuatro etapas: generación, condensación, evaporación y absorción: las cuales con base en la figura 1 se describen a continuación.

I. **Generación:** es la etapa donde se lleva a cabo la separación del refrigerante (amoniaco) de la mezcla (amoniaco-agua), y consta de los siguientes equipos: la bomba (B1), el generador-colector solar (SHX), el intercambiador de calor activado por solución (GHX) el equipo auxiliar de energía (SEA), el tanque separador (SEP), el rectificador enfriado por aire (RE) y los conductos que conectan operativamente estos equipos. Para explicar el proceso tomaremos como punto de partida la salida de la solución del sistema intercambiador de calor activado por solución (GHX), en este punto la solución se encuentra en condiciones de saturación y por medio del bomba (B1) se envía al colector solar (SHX) a través del conducto (1), a lo largo del colector solar (SHX) recibe la energía solar dando inicio al proceso de generación de vapor de tal manera que a la salida del equipo, la solución se encuentra en dos fases y por medio del conducto (2) se entra al equipo auxiliar de energía (SEA), cabe señalar que si el colector solar (SHX) no suministró la energía suficiente para lograr la generación de vapor requerida, el sistema auxiliar de energía (SEA) se activa y logra generar el vapor de amoniaco faltante, en caso contrario, el sistema

auxiliar de energía (SEA) no se activa y la mezcla pasa a través de el sin sufrir ningún cambio y por medio del conducto (3) entra al tanque separador (SEP) donde se separan la fase líquida y la fase vapor, la fase líquida se envía a través del conducto (4) a precalentar el intercambiador de calor activado con solución (GHX) y posteriormente a través del conducto (6) a la válvula de expansión de solución (VES) donde reduce tu presión para terminar en condiciones de entrar a la etapa de absorción. La fase vapor que se envía a través del conducto (5) al intercambiador de calor activado por solución (GHX) donde al mezclarse con el vapor y el líquido que provienen del rectificador (RE) y al recibir calor de la fase líquida proveniente del tanque separador (SEP), inicia el proceso de rectificación de tal forma que al salir del intercambiador de calor activado con solución (GHX) se encuentra en condiciones de mayor pureza que a la entrada, por medio del conducto (7) entra al rectificador (RE) en donde al ceder calor al aire se lleva a cabo el proceso final de rectificación para salir de este sistema en condiciones de 99.93% de pureza. El líquido que resulta de la etapa de rectificación se envía a través del conducto (7) al intercambiador de calor activado con solución (GHX) y el vapor puro a través del conducto (9) entra a la etapa de condensación. En esta etapa es donde se centra la base de la invención ya que se propone un sistema en donde el vapor se genera directamente en el colector solar a diferencia de los sistemas convencionales donde el sistema de colección solar donde se calienta un fluido que a su vez se utiliza para generar vapor en el generador del ciclo de enfriamiento. De esta forma se reduce el número de equipos y la eficacia global del sistema aumenta ya que las pérdidas térmicas disminuyen.

- II. **Condensación:** es donde se lleva a cabo la condensación del vapor de amoniaco proveniente de la etapa de generación, comprende el condensador enfriado por aire (CO), el preenfriador (PRE) y los conductos necesarios para conectar operativamente estos equipos. El vapor de amoniaco que proviene de la etapa de generación a través del conducto (9) entra al condensador (CO) donde cede calor al aire a temperatura ambiente logrando el proceso de condensación de tal manera que a la salida del equipo se encuentra en fase liquida y por medio del conducto (10) se envía al preenfriador (PRE) donde al intercambiar calor con el vapor de refrigerante que proviene del evaporador (EV), disminuye su temperatura y por medio del conducto (11) se envía a la etapa de evaporación.
- III. **Evaporación:** Es donde se lleva a cabo la evaporación del refrigerante que proviene de la etapa de condensación, comprende la válvula de expansión de refrigerante (VER), el evaporador (EV) y los conductos que conectan operativamente estos equipos. el refrigerante que proviene de la etapa de condensación entra a la válvula de expansión de refrigerante (VER) donde reduce su presión y disminuye su temperatura, en estas condiciones por medio del conducto (12) entra al evaporador (EV) donde al recibir calor del fluido a enfriar, se lleva a cabo el proceso de evaporación de tal forma que a la salida del equipo, el refrigerante se encuentra en fase vapor y por medio del conducto (13) entra al preenfriador (PRE) en donde por medio del proceso de intercambio de calor, ayuda a reducir la temperatura del refrigerante que viene de la etapa de condensación y sale en estado de vapor listo para entrar a la etapa de absorción.
- IV. **Absorción:** es donde se lleva a cabo la absorción del vapor de refrigerante por parte de la solución amoniaco-agua que proviene de la etapa de generación.

Comprende el absorbedor enfriado por aire (AB), la bomba (B2), el Absorbedor enfriado por solución (AHX), el Absorbedor generador (GAX) y los conductos que conectan operativamente los equipos. La solución proveniente de la etapa de generación entra a la válvula de expansión de solución (VES) donde reduce su presión y sale preparada para entrar a los procesos restantes de absorción. El vapor proveniente de la etapa de evaporación a través del conducto (14) entra al Absorbedor enfriado por aire (AB) donde se pone en contacto con la solución que proviene del absorbedor enfriado por solución (AHX) e inicia el proceso de absorción del refrigerante por la solución, este proceso es exotérmico y el calor generado es retirado por medio de aire a temperatura ambiente, el vapor de refrigerante que no fue absorbido por la solución, sale del absorbedor enfriado por aire (AB) y por medio del conducto (15) entra al absorbedor enfriado por solución (AHX) para una segunda etapa de absorción. La solución con alto contenido de amoníaco que sale del absorbedor enfriado por aire (AB) pasa a través del conducto (16) y entra a la bomba (B2) donde eleva su presión y por medio del conducto (17) entra al absorbedor enfriado por solución (AHX) a recibir el calor generador por el proceso de absorción en ese equipo. El solución proveniente de la válvula de expansión de solución (VER) a través del conducto (22) entra al absorbedor generador (GAX) donde se pone en contacto con el vapor proveniente del absorbedor enfriado por solución (AHX) y se lleva a cabo la etapa final de absorción, el líquido resultante se envía a través del conducto (20) al absorbedor enfriado por solución y el calor generado se retira por medio de la solución que viene del absorbedor enfriado por solución (AHX) a través del conducto (21). El

vapor generado junto en la solución, con el líquido se envía a través del conducto (23) a la etapa de generación.

En los sistemas convencionales de enfriamiento activados con energía solar, regularmente la demanda de energía térmica se obtiene utilizando colectores de placa plana o de tubos
5 evacuados, la eficiencia global del sistema se calcula multiplicando la eficiencia del colector por la eficiencia del ciclo de enfriamiento y la temperatura del generados se selecciona para buscando la máxima eficiencia global tomando en cuenta que a mayor temperatura de generación se favorece la eficiencia del ciclo de enfriamiento pero se afecta drásticamente la eficiencia del colector solar.

10 Para esta invención se **aplicó** un modelo matemático y se llevó a cabo un estudio de simulación buscando determinar las mejores condiciones de operación bajo diferentes escenarios de radiación solar directa, temperatura ambiente, temperatura de generación entre otros.

En la figura 2 se muestra cómo se comportan las eficiencias térmicas del colector, del ciclo
15 de enfriamiento y la eficiencia global del sistema al variar la temperatura de generación, en ella podemos notar que a diferencia de los sistemas convencionales, la eficiencia del colector no se ve afectada en forma importante al incrementar la temperatura de generación, por lo tanto es posible seleccionar un nivel de temperatura adecuada donde se favorezca al ciclo de enfriamiento tomando en cuenta que a temperaturas mayores a 200°
20 C podrían presentarse problemas de corrosión debido a la reacción química del amoniaco con las paredes de acero de los equipos.

En la figura 3 se muestra el comportamiento de la capacidad del colector y del sistema de enfriamiento por absorción activado con energías renovables así como su eficiencia al variar la radiación solar directa disponible, en ella se observa que la capacidad del colector solar y la del sistema de enfriamiento por absorción activado con energías renovables, es directamente proporcional a la disponibilidad de energía solar mientras que su eficiencia se mantiene prácticamente sin cambio ya que conforme aumenta la ganancia de calor en el colector, la capacidad del sistema de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables también aumenta ajustando internamente el flujo másico que entra al colector. La eficiencia del sistema de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables y el calor transferido en el absorbedor (GAX) al variar la temperatura ambiente se muestran en la figura 4, en ella se observa que el calor transferido en el absorbedor (GAX) aumenta conforme disminuye la temperatura ambiente provocando que la eficiencia del sistema de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables aumente. De igual forma que sucede al variar la radiación solar disponible, en este caso también se ajustan el flujo másico que entra al colector buscando la mayor eficiencia del sistema. En la figura 6 se muestra un resumen del análisis energético que para el punto de diseño del sistema de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables obtenido a partir del estudio de simulación realizado. la máxima eficiencia del ciclo de enfriamiento es de 0.86 mientras que la integración energética interna fue de 17.27 kW

REIVINDICACIONES:

Habiendo descrito suficientemente mi invención, considero como una novedad y por lo tanto reclamo como de mi exclusiva propiedad, lo contenido en las siguientes cláusulas:

1. Un método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías

5 **renovables para sistemas de enfriamiento** de los que utilizan una mezcla amoniaco agua como fluido de trabajo y que opera a dos niveles de presión y que está compuesto por un generador-colector solar (SHX), un equipo auxiliar de energía (SEA), un tanque separador (SEP), un intercambiador de calor activado por solución (GHX), un rectificador enfriado por aire (RE), un condensador enfriado por aire (CO),
10 un preenfriador (PRE), una válvula de expansión de refrigerante (VER), un evaporador (EV), un Absorbedor enfriado por aire (AB), un Absorbedor enfriado por solución (AHX), un Absorbedor generador (GAX), dos bombas para transportar el fluido de trabajo (B1, B2), conductos metálicos para conectar entre si los diferentes equipos y **caracterizado porque** consta de las siguientes etapas:

15

- I. **Generación:** *es la etapa donde se lleva a cabo la separación del refrigerante (amoniaco) de la mezcla (amoniaco-agua), y consta de los siguientes equipos: la bomba (B1), el generador-colector solar (SHX), el intercambiador de calor activado por solución (GHX) el equipo auxiliar de energía (SEA), el tanque separador*
20 *(SEP), el rectificador enfriado por aire (RE) y los conductos que conectan operativamente estos equipos, en dicha etapa a salida de la solución del sistema intercambiador de calor activado por solución (GHX), la solución se encuentra en condiciones de saturación y por medio del bomba (B1) se envía al colector solar*

(SHX) a través del conducto (1), a lo largo del colector solar (SHX) recibe la energía solar dando inicio al proceso de generación de vapor de tal manera que a la salida del equipo, la solución se encuentra en dos fases y por medio del conducto (2) se entra al equipo auxiliar de energía (SEA), cabe señalar que si el

5 colector solar (SHX) no suministró la energía suficiente para lograr la generación de vapor requerida, el sistema auxiliar de energía (SEA) se activa y logra generar el vapor de amoníaco faltante, en caso contrario, el sistema auxiliar de energía (SEA) no se activa y la mezcla pasa a través de el sin sufrir ningún cambio y por medio del conducto (3) entra al tanque separador (SEP) donde se separan la fase

10 líquida y la fase vapor, la fase líquida se envía a través del conducto (4) a precalentar el intercambiador de calor activado con solución (GHX) y posteriormente a través del conducto (6) a la válvula de expansión de solución (VES) donde reduce tu presión para terminar en condiciones de entrar a la etapa de absorción. La fase vapor que se envía a través del conducto (5) al

15 intercambiador de calor activado por solución (GHX) donde al mezclarse con el vapor y el líquido que provienen del rectificador (RE) y al recibir calor de la fase líquida proveniente del tanque separador (SEP), inicia el proceso de rectificación de tal forma que al salir del intercambiador de calor activado con solución (GHX) se encuentra en condiciones de mayor pureza que a la entrada, por medio del

20 conducto (7) entra al rectificador (RE) en donde al ceder calor al aire se lleva a cabo el proceso final de rectificación para salir de este sistema en condiciones de 99.93% de pureza. El líquido que resulta de la etapa de rectificación se envía a través del conducto (7) al intercambiador de calor activado con solución (GHX) y el vapor puro a través del conducto (9) entra a la etapa de condensación. En esta

etapa es donde se centra la base de la invención ya que se propone un sistema en donde el vapor se genera directamente en el colector solar a diferencia de los sistemas convencionales donde el sistema de colección solar donde se calienta un fluido que a su vez se utiliza para generar vapor en el generador del ciclo de enfriamiento. De esta forma se reduce el número de equipos y la eficacia global del sistema aumenta ya que las pérdidas térmicas disminuyen.

5
II. **Condensación:** *es la etapa donde se lleva a cabo la condensación del vapor de amoníaco proveniente de la etapa de generación, comprende el condensador enfriado por aire (CO), el preenfriador (PRE) y los conductos necesarios para*
10 *conectar operativamente estos equipos, en ésta etapa el vapor de amoníaco que proviene de la etapa de generación a través del conducto (9) entra al condensador (CO) donde cede calor al aire a temperatura ambiente logrando el proceso de condensación de tal manera que a la salida del equipo se encuentra en fase líquida y por medio del conducto (10) se envía al preenfriador (PRE) donde al*
15 *intercambiar calor con el vapor de refrigerante que proviene del evaporador (EV), disminuye su temperatura y por medio del conducto (11) se envía a la etapa de evaporación.*

III. **Evaporación:** *Es la etapa donde se lleva a cabo la evaporación del refrigerante que proviene de la etapa de condensación, comprende la válvula de expansión de*
20 *refrigerante (VER), el evaporador (EV) y los conductos que conectan operativamente estos equipos. el refrigerante que proviene de la etapa de condensación entra a la válvula de expansión de refrigerante (VER) donde reduce su presión y disminuye su temperatura, en estas condiciones por medio del conducto (12) entra al evaporador (EV) donde al recibir calor del fluido a enfriar, se*

lleva a cabo el proceso de evaporación de tal forma que en ésta etapa a la salida del equipo, el refrigerante se encuentra en fase vapor y por medio del conducto (13) entra al preenfriador (PRE) en donde por medio del proceso de intercambio de calor, ayuda a reducir la temperatura del refrigerante que viene de la etapa de condensación y sale en estado de vapor listo para entrar a la etapa de absorción.

5
IV. **Absorción:** *es la etapa donde se lleva a cabo la absorción del vapor de refrigerante por parte de la solución amoníaco-agua que proviene de la etapa de generación. Comprende el absorbedor enfriado por aire (AB), la bomba (B2), el Absorbedor enfriado por solución (AHX), el Absorbedor generador (GAX) y los*
10 *conductos que conectan operativamente los equipos, en ésta etapa la solución proveniente de la etapa de generación entra a la válvula de expansión de solución (VES) donde reduce su presión y sale preparada para entrar a los procesos restantes de absorción. El vapor proveniente de la etapa de evaporación a través del conducto (14) entra al Absorbedor enfriado por aire (AB) donde se pone en*
15 *contacto con la solución que proviene del absorbedor enfriado por solución (AHX) e inicia el proceso de absorción del refrigerante por la solución, este proceso es exotérmico y el calor generado es retirado por medio de aire a temperatura ambiente, el vapor de refrigerante que no fue absorbido por la solución, sale del*
20 *absorbedor enfriado por aire (AB) y por medio del conducto (15) entra al absorbedor enfriado por solución (AHX) para una segunda etapa de absorción. La solución con alto contenido de amoníaco que sale del absorbedor enfriado por aire (AB) pasa a través del conducto (16) y entra a la bomba (B2) donde eleva su presión y por medio del conducto (17) entra al absorbedor enfriado por solución (AHX) a recibir el calor generador por el proceso de absorción en ese equipo. El*

solución proveniente de la válvula de expansión de solución (VER) a través del conducto (22) entra al absorbedor generador (GAX) donde se pone en contacto con el vapor proveniente del absorbedor enfriado por solución (AHX) y se lleva a cabo la etapa final de absorción, el líquido resultante se envía a través del conducto (20) al absorbedor enfriado por solución y el calor generado se retira por medio de la solución que viene del absorbedor enfriado por solución (AHX) a través del conducto (21). El vapor generado junto en la solución, con el líquido se envía a través del conducto (23) a la etapa de generación.

I. enfriado por aire (CO), el preenfriador (PRE) y los conductos necesarios para conectar operativamente estos equipos.

II. **Evaporación:** Es donde se lleva a cabo la evaporación del refrigerante que proviene de la etapa de condensación, comprende la válvula de expansión de refrigerante (VER), el evaporador (EV) y los conductos que conectan operativamente estos equipos.

III. **Absorción:** es donde se lleva a cabo la absorción del vapor de refrigerante por parte de la solución amoníaco-agua que proviene de la etapa de generación. Comprende el absorbedor enfriado por aire (AB), la bomba (B2), el Absorbedor enfriado por solución (AHX), el Absorbedor generador (GAX) y los conductos que conectan operativamente los equipos.

2. **Un método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** con las características del método de la reivindicación uno, **caracterizado porque** el colector solar de **la etapa de**

generación puede ser sustituido por cualquier concentrador solar por ejemplo Fresnel, concentrador parabólico compuesto, disco parabólico entre otros.

3. **El método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** con las características del método de la reivindicación uno, **caracterizado porque** el proceso de generación de vapor de la **etapa de generación** se lleva a cabo en contracorriente, es decir, el líquido que proviene del generador activado por solución (GHX), se envía a la bomba (B1) a través del conducto (27), posteriormente entra al colector solar a través del conducto (1) en donde al recibir la energía solar concentrada da inicio el proceso de generación de vapor de amoníaco, la fase líquida que sale del colector solar se envía al equipo de energía auxiliar (SEA) por medio del conducto (2) y el vapor generado regresa en contracorriente al mismo punto se alimenta la solución y por medio de un conducto se envía al intercambiador de calor activado por solución (GHX).
4. **El método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** con las características del método de la reivindicación uno, **caracterizado porque** el rectificador (RE) de la **etapa de generación**, el condensador (CO) de la etapa de condensación y el absorbedor (AB) de la etapa de absorción son enfriados por agua o algún otro fluido adecuado para este proceso.
5. **El método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** con las características del método de la reivindicación uno (véase figura 4) **caracterizado porque** en la **etapa de absorción** se integra una bomba (B2) que por medio de un conducto (24) toma parte del fluido que sale del absorbedor generador (GAX) y lo envía a un intercambiador de calor

(BHX) por medio del conducto (24), este fluido entra al intercambiador de calor (BHX) y al recibir calor del fluido que viene del generador activado por solución (GHX) eleva su temperatura y por medio del conducto (26) se envía a la etapa de generación. De esta manera se puede obtener mayor eficiencia en el sistema ya que se transfiere calor de la etapa de absorción a la etapa de generación reduciendo el requerimiento de energía externa.

5
6. **El método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** con las características del método de la reivindicación uno **caracterizado porque** se integra **una etapa de proceso de almacenamiento** vapor de amónico en la etapa de generación.

10
7. **El método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento** con las características del método de la reivindicación uno (véase figura 4), **caracterizado porque** donde se integra un sistema de almacenamiento de agua fría.

RESUMEN

La presente invención consiste en un método de enfriamiento por absorción avanzado activado con energías renovables para sistemas de enfriamiento con algunas variables, donde se integra directamente un colector solar al ciclo de enfriamiento y una fuente de energía auxiliar que permite el funcionamiento del equipo aun cuando no exista disponibilidad de energía solar.

El objetivo de esta invención es el proponer los **conjuntos de pasos que emplean** sistemas de enfriamiento para hacerlo más eficiente que los sistemas existentes en la actualidad ya que mediante la incorporación directa del colector solar al ciclo de enfriamiento por absorción avanzado se aprovechan las ventajas del colector para generar vapor directamente y las de los ciclos avanzados que permiten mayores niveles de eficiencia que los ciclos básicos, mediante este acoplamiento se reduce el número de equipos del sistema y se obtiene mayor eficiencia global ya que es posible trabajar a temperaturas elevadas donde se beneficia al ciclo de enfriamiento sin afectar en forma considerable la eficiencia del colector solar.

Las características antes descritas hacen de esta invención una opción recomendable para ser utilizada en acondicionamiento térmico de espacios para conservación de productos perecederos o aire acondicionado en los sectores residencial, comercial e industrial.