

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 878 258**

51 Int. Cl.:

**F28D 5/00** (2006.01)  
**F24F 5/00** (2006.01)  
**F28F 27/00** (2006.01)  
**F24F 1/0007** (2009.01)  
**F28B 9/06** (2006.01)  
**F28B 9/08** (2006.01)  
**F28F 25/08** (2006.01)  
**F24F 1/00** (2009.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.02.2018** **E 18155882 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.05.2021** **EP 3361200**

54 Título: **Sistema de recirculación de agua**

30 Prioridad:

**05.02.2018 US 201715888938**  
**09.02.2017 US 201762456873 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la  
traducción de la patente:  
**18.11.2021**

73 Titular/es:

**BALTIMORE AIRCOIL COMPANY, INC. (100.0%)**  
**7600 Dorsey Run Road**  
**Jessup, MD 20794, US**

72 Inventor/es:

**HOLLANDER, PHILIP;**  
**MARTELL, GREGORY;**  
**UYTTERHOEVEN, WIM;**  
**VAN DIJCK, THOMAS y**  
**AARON, DAVID ANDREW**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 878 258 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Sistema de recirculación de agua

5 Solicitudes relacionadas

Campo técnico

10 La presente solicitud se refiere generalmente al empleo de un sistema de recirculación de líquido para un enfriador adiabático (por ejemplo, un condensador). Más específicamente, la presente solicitud se refiere al empleo de un modo de evaporación primario y un método de respaldo de paso único para humedecer material de evaporación adiabático o almohadillas de evaporación para aplicaciones que involucran el enfriamiento de evaporación del aire.

Antecedentes

15 Por lo general, en cualquier disposición de enfriamiento que emplee material adiabático para efectuar el enfriamiento de evaporación del aire, el material adiabático o las almohadillas de evaporación están dispuestas sustancialmente en vertical. La humedad, normalmente agua, se deposita en una parte superior de las almohadillas de evaporación y, por la fuerza de la gravedad, la humedad desciende gradualmente a través de las almohadillas de evaporación dando al  
20 agua la oportunidad de ser absorbida por el material de evaporación. Para una humidificación adecuada de las almohadillas de evaporación, se requiere una cantidad suficiente de humedad para saturar el material de evaporación con el fin de lograr el máximo efecto de enfriamiento de evaporación posible que resulta de forzar el aire a través del material de evaporación saturado. A medida que se fuerza el aire a través del material adiabático, se enfría por la acción de la evaporación. Conforme esto ocurre, la cantidad de humedad absorbida en el material adiabático se reduce  
25 a medida que se evapora la humedad en forma líquida, enfriando así el aire que pasa a través del material adiabático extrayendo energía térmica del mismo para evaporar el agua. El agua que no se absorbe en las almohadillas de evaporación se denomina escorrentía y se bombea principalmente de vuelta a la parte superior de las almohadillas de evaporación para ahorrar agua.

30 Hay dos métodos que se utilizan comúnmente para depositar agua sobre la parte superior de las almohadillas de evaporación. El primer método emplea un sistema de recirculación de agua que está diseñado para bombear el agua de escorrentía desde un sumidero y recircularla hasta las almohadillas de evaporación. A medida que el agua se evapora, se detecta la disminución del nivel de agua en el sumidero y el agua evaporada se reemplaza añadiendo  
35 agua de reposición al sumidero o directamente a la parte superior de las almohadillas de evaporación como se conoce en la técnica. Como los sistemas divulgados, por ejemplo, en la solicitud de patente WO2008/151377 y en la publicación de solicitud de patente de EE. UU. n.º 2016/0069577. La cantidad de agua de reposición necesaria se controla normalmente mediante un conmutador de flotador del sumidero. El conmutador de flotador está configurado para garantizar que exista una cantidad mínima (altura) de agua que se requiere para mantener una presión de agua positiva para permitir la operación adecuada de la bomba.

40 El segundo método utilizado para depositar agua sobre la parte superior de las almohadillas de evaporación se llama sistema de "paso único", se denomina así porque el agua que se deposita en la parte superior de las almohadillas de evaporación no se recircula, sino que se desplaza solo una vez a través del sistema. En el sistema de paso único, se deposita agua dulce en la parte superior de las almohadillas de evaporación activando una válvula solenoide de  
45 reposición cada vez que se desee humedecer las almohadillas. En el sistema de paso único, cualquier exceso de agua que no sea absorbido por las almohadillas se va por el desagüe. Se describen ejemplos de dichos sistemas en la patente de EE. UU. n.º 5.121.768 y en la solicitud de patente de EE. UU. n.º 2005/0012230. Si bien el sistema de paso único es más simple y menos costoso en el coste inicial, este usa más agua.

50 Sumario

Esta solicitud describe sistemas de distribución de líquido y dispositivos de enfriamiento o sistemas de enfriamiento que emplean sistemas de distribución de líquido. En un ejemplo, el sistema de distribución de líquido incluye una  
55 entrada configurada para permitir que el líquido se evapore en el sistema de distribución de líquido. La entrada puede, por ejemplo, permitir que el líquido entre desde una fuente de agua, como un suministro de agua municipal. El sistema también incluye un dispensador colocado para distribuir líquido de evaporación sobre una almohadilla de evaporación del dispositivo de enfriamiento. El dispensador puede incluir una pluralidad de dispositivos de dispensación (por ejemplo, boquillas, pulverizadores, o similares), y pueden ser alimentados desde una pluralidad de fuentes diferentes, a través de múltiples líneas o conductos. Una válvula de reposición regula el flujo de líquido de evaporación entre la  
60 entrada y el dispensador. Se coloca un sumidero para recoger el líquido de evaporación que sale de la almohadilla de evaporación y puede incluir una válvula de drenaje y un monitor de nivel de líquido. Una bomba está en comunicación de fluido con el sumidero y el dispensador, y está configurada para forzar el líquido entre medias (por ejemplo, a través de un conducto o tubería). Un controlador, que puede incluir un procesador o varios procesadores, está en comunicación con la válvula de compensación, la bomba y el sumidero, incluyendo la válvula de drenaje y los sensores  
65 asociados con el sumidero. El controlador puede estar en comunicación con una variedad de otros dispositivos y sensores asociados con el sistema.

El controlador controla el sistema de distribución de líquido para que opere entre una pluralidad de modos de operación, incluyendo un modo de recirculación y un modo de paso único. El modo principal de operación implica cerrar la válvula de reposición y operar la bomba para distribuir el líquido de evaporación desde el sumidero al dispensador. El modo de operación de paso único implica la desactivación de la bomba y la apertura de la válvula de reposición para permitir que el líquido de evaporación sea aspirado de la entrada al dispensador. El controlador está configurado para seleccionar una operación particular basándose, al menos en parte, en los parámetros supervisados del sistema, por ejemplo, el nivel supervisado de líquido de evaporación en el sumidero, la cantidad de tiempo que se ha estado llenando el sumidero y la posición de la válvula de drenaje del sumidero, por nombrar algunos ejemplos. El controlador también puede configurarse para controlar o ajustar las posiciones de las válvulas del sistema (por ejemplo, la válvula de reposición, la válvula de drenaje, las válvulas de retención en línea con la bomba, etc.), la operación de la bomba y la operación de otros equipos de un sistema de enfriamiento asociado, como un generador de flujo de aire (por ejemplo, un ventilador).

#### Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirán realizaciones de la invención con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

La figura 1 es una representación esquemática de un sistema de enfriamiento que incorpora un sistema de recirculación de agua y un ciclo de respaldo de paso único de acuerdo con una primera realización de la invención. La figura 2 es una representación esquemática de un sistema de enfriamiento que incorpora un sistema de recirculación de agua y un ciclo de respaldo de paso único de acuerdo con una segunda realización de la invención. La figura 3 es una representación de una vista lateral del sistema de enfriamiento de la figura 2 que proporciona una vista lateral de una realización con una disposición de alimentación de dos tubos. La figura 4 es una representación de una vista lateral del sistema de enfriamiento de la figura 2 que proporciona una vista lateral de una realización con una disposición de alimentación del depósito de agua. La figura 5 es un diagrama de flujo de la lógica del programa para determinar cuándo cambiar los modos de operación de acuerdo con todas las realizaciones de la invención.

#### Descripción detallada

La presente solicitud describe un sistema de recirculación que opera en un modo primario para enfriar el aire por evaporación, y en un modo secundario/de respaldo que opera como un sistema de paso único. El sistema de circulación opera tanto en un modo de operación primario (llamado ciclo de recirculación de agua) como en un modo de operación secundario o de respaldo (también llamado "de paso único"). El sistema también puede incluir y/u operar en conexión con un sistema de *software* que sea capaz de tomar decisiones para la operación de la unidad de manera que siga la siguiente secuencia lógica.

Existen ventajas tanto para la recirculación primaria como para los métodos de paso único para suministrar agua a las almohadillas de evaporación. El sistema descrito combina los dos métodos que se utilizarán según se desee mediante la introducción de un controlador o sistema de control que aplica la lógica de control para operar el sistema en cualquier modo que se desee. El modo de recirculación es el modo principal porque ahorra agua y el modo de paso único sirve como método de respaldo para humedecer las almohadillas de evaporación en caso de que algo falle en el sistema de recirculación de agua.

Debe entenderse que, en muchas realizaciones, el líquido de evaporación que se recircula puede ser agua; sin embargo, también se pueden utilizar otros líquidos. De este modo, mientras que el término "agua" se puede aplicar en las descripciones de ciertos ejemplos y realizaciones, debe entenderse que el término podría sustituirse por el más genérico "líquido de evaporación" sin apartarse del alcance de la descripción.

Con los sistemas de recirculación de agua o de paso único, es difícil determinar la cantidad precisa de líquido que se evapora a medida que se enfría el aire, por lo que se acepta generalmente que el material de evaporación debe permanecer saturado de humedad y recibir constantemente humedad adicional durante el proceso de enfriamiento de evaporación. Como resultado, un exceso de humedad se deposita deliberadamente en una parte superior del material de evaporación, en adelante denominadas almohadillas de evaporación, y el exceso de humedad, generalmente conocido como escorrentía, se recoge en una disposición pasante dispuesta debajo de la parte inferior de las almohadillas de evaporación. En el sistema de recirculación de agua, un sumidero recoge la humedad de escorrentía y una bomba extrae la humedad de escorrentía del sumidero y la vuelve a depositar en una parte superior de las almohadillas de evaporación generalmente a través de una disposición de distribución de agua. En el sistema de paso único, cualquier exceso de agua que no sea absorbido por las almohadillas se va por el desagüe.

Durante la operación, el sistema de recirculación de agua pierde agua por evaporación al enfriar el aire forzado a través del material adiabático. Durante el proceso de evaporación, cualquier sedimento o impurezas solubles en el agua no se evaporan, de este modo, con el tiempo, la concentración de estas impurezas aumenta gradualmente. Las impurezas en el agua también pueden incluir impurezas microbianas que pueden acumularse en el sumidero y promover el crecimiento de bacterias en el sumidero. Para reducir la suciedad del agua del sumidero, es una práctica

común "vaciar" y "descargar" el contenido del sumidero de forma regular, lo que se denomina modo de descarga. En general, se considera una práctica de la industria vaciar y descargar el contenido del sumidero al menos una vez cada 12-24 horas de operación. En algunos casos, se puede usar un sensor de conductividad para iniciar el ciclo de descarga como se conoce en la técnica.

En el método de recirculación de agua, cuando la bomba de recirculación de agua falla o el sistema de recirculación de agua no bombea agua a la parte superior de las almohadillas de evaporación por cualquier motivo, las almohadillas se secan y las almohadillas de evaporación no pueden proporcionar el enfriamiento previo de aire adecuado necesario para satisfacer el enfriamiento de los intercambiadores de calor seco. Cuando esto sucede, los clientes se quedan funcionando a presiones del compresor o temperaturas del sistema superiores a las deseadas, lo que provoca una pérdida de capacidad, más consumo de energía o puede que tampoco satisfaga las cargas de refrigeración. Por lo tanto, es deseable emplear un sistema de diagnóstico fiable para detectar cuándo el sistema de recirculación de agua no ha funcionado correctamente y emplear un sistema de respaldo de paso único para el método de recirculación de agua sin introducir ningún equipo nuevo. Los sistemas descritos combinan los métodos de recirculación de agua y de paso único para ahorrar la mayor cantidad de agua posible al tiempo que tienen un sistema de respaldo en caso de que la recirculación de agua no bombee agua sobre las almohadillas de evaporación. Para reducir el equipo y simplificar la lógica de control, el agua de reposición se alimenta a la parte superior de las almohadillas de evaporación para todas las realizaciones presentadas.

En algunas realizaciones, hay otro intento de ahorrar agua cuando la solicitud de operación en húmedo ya no es necesaria cuando la bomba de recirculación de agua estaba operando anteriormente. Cuando ocurre esta condición, se cierra la válvula de reposición y se intenta utilizar el agua restante en el sistema de recirculación antes de que finalice la operación de la bomba de recirculación de agua y se abra la válvula de drenaje. De este modo, algunos aspectos de los sistemas descritos proporcionan un ciclo primario de recirculación de agua, un medio de detección para detectar cuando la recirculación de agua ha fallado o no está operando satisfactoriamente, y un ciclo de respaldo de una vez para la humidificación continua de las almohadillas de evaporación.

En algunos aspectos, los sistemas descritos están configurados para enviar una alarma cuando el modo primario del ciclo de recirculación de agua no opera correctamente. Además, el sistema puede proporcionar un ciclo primario de recirculación de agua, un dispositivo de detección que detecta cuándo la recirculación de agua ha fallado o no está operando satisfactoriamente, y un ciclo de respaldo de una vez para humedecer continuamente las almohadillas de evaporación y usar los mismos componentes de manera diferente para operar ambos ciclos sin requerir equipo adicional. Además, el sistema puede configurarse para consumir toda el agua posible cuando se pasa del ciclo de recirculación de la bomba de agua al ciclo seco dejando la bomba de recirculación de agua en operación hasta que el nivel del agua alcance un punto en el que el recambio necesita agregar agua.

En una realización, un sistema opera en un modo primario de recirculación de agua para enfriar el aire por evaporación, y en un modo secundario de paso único. El sistema incluye un sumidero para recoger y almacenar el agua de escorrentía de las almohadillas de evaporación y una bomba en comunicación de fluido con el sumidero. El sumidero transfiere la humedad del sumidero a la disposición de distribución situada en la parte superior de las almohadillas de evaporación. El sistema también incluye una válvula de agua de reposición operada automáticamente que entrega agua a la disposición de distribución situada en la parte superior de las almohadillas de evaporación. Una disposición de distribución de humedad distribuye la humedad a la parte superior de las almohadillas de evaporación, y una válvula de drenaje del sumidero operada automáticamente retiene el agua en el sumidero cuando está cerrado y drena libremente el agua del sumidero cuando está abierto. El sistema incluye un control de nivel de agua para comunicar el nivel de agua en el sumidero al controlador y un mecanismo de supervisión (por ejemplo, un sensor) para detectar que el sistema de recirculación de agua no ha operado correctamente. El sistema de circulación opera en un modo de operación primario (llamado ciclo de recirculación de agua) y en un modo de operación de respaldo (llamado ciclo de paso único). El sistema también puede incluir y/u operar en conexión con un sistema de *software* que sea capaz de tomar decisiones para la operación de la unidad de manera que siga la siguiente secuencia lógica.

En una llamada de enfriamiento, es decir, una llamada a las bobinas secas para enfriar o condensar un fluido interno, los ventiladores tiran o empujan el aire a través de las bobinas secas encendidas. Estos ventiladores pueden ser de velocidad ajustable. Al determinar que los ventiladores por sí solos no pueden enfriar el fluido del proceso dentro de las bobinas secas, se puede iniciar una solicitud de operación húmeda. La decisión de iniciar la operación húmeda puede decidirse por muchos factores, como la temperatura del aire ambiente, temperatura o presión del fluido de proceso, velocidad del ventilador o una combinación de estas entradas y no es una limitación de la invención. Ante una solicitud de operación húmeda (por ejemplo, cuando el aire que entra en las bobinas de enfriamiento o cualquier aire indirecto sobre el intercambiador de calor necesita ser preenfriado por las almohadillas de evaporación para aumentar el calor rechazado por las bobinas secas), se puede iniciar el ciclo de recirculación de agua. En este punto, la válvula de reposición puede abrirse para alimentar agua a la parte superior de las almohadillas de evaporación, la válvula de drenaje se puede cerrar y se puede iniciar un temporizador de llenado de agua. Cabe señalar que el uso de "bobina de enfriamiento" o "bobina" a lo largo de esta solicitud puede referirse a un conducto que está enrollado como es habitual en los sistemas de enfriamiento. Sin embargo, también debe entenderse que dichos términos también pueden referirse a otras técnicas para transportar un líquido que se va a enfriar o comprimir en un sistema o dispositivo de enfriamiento. Por ejemplo, los términos "bobina de enfriamiento" o "bobina" pueden referirse a casetes de

intercambiador de calor, placas, llenado, u otros modos de operación que se sabe que se aplican en torres de enfriamiento o sistemas de enfriamiento.

El sistema de control, o controlador, puede incluir un dispositivo de procesamiento (o múltiples dispositivos de procesamiento) configurado(s) para ejecutar *software* u otra lógica de control como se describe en el presente documento. El controlador se comunica con el conmutador de flotador del sumidero y, si se determina que el nivel de agua leído por el conmutador de flotador está por debajo de un punto de ajuste bajo predeterminado, el sistema determina si el temporizador de llenado de agua ha expirado. Si el temporizador no ha expirado, luego la bomba permanece apagada y la válvula de reposición permanece encendida. El sistema de control verifica continuamente el nivel de agua del sumidero hasta que expira el temporizador de llenado de agua o hasta que el nivel de agua del sumidero alcanza un nivel alto predeterminado. Si se alcanza el nivel alto de agua antes de que expire el temporizador de llenado de agua, luego se enciende la bomba de recirculación de agua y se apaga el relleno. Si el temporizador de llenado de agua ha expirado antes de que el nivel del agua del sumidero alcance el nivel alto, luego se envía una alarma al cliente y se inicia el ciclo de respaldo de una vez (este modo de operación se explicará a continuación).

Una vez que se enciende la bomba de recirculación de agua, la lógica de control determina si las bombas están funcionando correctamente, lo que se puede verificar directamente usando un conmutador de flujo situado en la línea de descarga de la bomba de recirculación de agua o por varios otros métodos. Siempre que la bomba de recirculación de agua esté encendida y se haya verificado el flujo de agua, el sistema puede determinar que no hay alarmas, y el sistema de control continuará supervisando el nivel del agua en el sumidero para que la válvula de reposición pueda abrirse si el nivel del agua cae debido a la evaporación del agua en las almohadillas de evaporación. En algunos ejemplos, este es el modo de operación normal y principal.

En cualquier momento cuando la bomba de agua está encendida y el conmutador de flujo de agua muestra una pérdida de flujo de agua, como con un fallo de la bomba, el sistema puede activar una alarma e iniciar el ciclo de respaldo de una vez. El ciclo de respaldo de una vez apaga la bomba, abre la válvula de drenaje del sumidero, abre la válvula de reposición y envía una alarma al cliente. En este modo, el sistema de control enfría previamente el aire de las almohadillas de evaporación depositando agua de reposición en las almohadillas de evaporación y el agua de escorrentía sale por la válvula de drenaje del sumidero (y, por lo tanto, no se recircula). En este punto, se puede iniciar un temporizador de verificación única para mantener el sistema en el ciclo de respaldo de una vez durante un período predeterminado pero ajustable. Una vez que el temporizador de verificación única ha expirado, la lógica de control intentará devolver la unidad a la operación normal de recirculación de agua y verificará la operación correcta de los componentes. El motivo de esta función es determinar si el fallo inicial que provocó el modo de paso único se ha corregido desde entonces (por ejemplo, se han eliminado algunos residuos que causaron un fallo, se reemplazó un componente defectuoso o se restableció el agua y un técnico no reinició manualmente el sistema). De esta forma, el propietario del edificio tendrá la confianza de que el sistema volverá automáticamente al modo de operación de ahorro de agua si se ha reparado el problema que causa el problema.

En otra realización, un sistema incluye un sumidero para recoger y almacenar el agua de escorrentía de las almohadillas de evaporación y una bomba en comunicación de fluido con el sumidero. La bomba transfiere la humedad del sumidero a una primera disposición de distribución situada en la parte superior de las almohadillas de evaporación. El sistema también incluye una válvula de agua de reposición operada automáticamente que entrega agua a una segunda disposición de distribución situada en la parte superior de las almohadillas de evaporación. Las disposiciones de distribución de humedad primera y segunda distribuyen la humedad a la parte superior de las almohadillas de evaporación. Una válvula de drenaje del sumidero operada automáticamente que retiene el agua en el sumidero cuando está cerrado y drena libremente el agua del sumidero cuando está abierto. El sistema incluye un control de nivel de agua para comunicar el nivel de agua en el sumidero al sistema de control, y un detector o sensor para detectar si el sistema de recirculación de agua no ha operado correctamente. El sistema incluye un dispositivo de procesamiento que opera un sistema de *software* capaz de tomar decisiones para la operación de la unidad.

Hay al menos tres realizaciones que utilizan la detección de la operación correcta del sistema de recirculación de agua y la transferencia automática a la lógica del sistema de control de respaldo de una vez. En la primera realización, el agua de reposición se introduce en el mismo conducto de descarga saliendo de la bomba de recirculación de agua. Hay una válvula de retención entre el punto de entrada del agua de reposición y la salida de la bomba para evitar que el agua de reposición se drene hacia atrás a través de la bomba. En las realizaciones segunda y tercera, el agua de reposición se entrega a un punto de entrega separado en la parte superior de las almohadillas de evaporación, eliminando así la necesidad de la válvula de retención. Las tres técnicas emplean el sistema de recirculación de agua como medio principal para proporcionar agua a la parte superior de las almohadillas de evaporación y emplean un sistema de control de supervisión que detecta cuándo el sistema de recirculación de agua ha fallado y un sistema de control que cambia del ciclo de recirculación de agua al ciclo continuo hasta que se realice el servicio y se restablezca la alarma de la lógica de control.

Si bien se puede usar directamente un conmutador de flujo de agua para probar que la bomba de recirculación de agua está operando, existen métodos alternativos para determinar si la bomba o el sistema de recirculación de agua están operando correctamente. Estos métodos alternativos incluyen un conmutador de flujo de agua, un sensor de flujo de agua, un conmutador o sensor de nivel del depósito de distribución de agua, un conmutador de corriente o

KW, un sensor de corriente, un sensor de conductividad, un conmutador de presión o de presión diferencial, sensores de temperatura antes/después de las almohadillas de evaporación y sensores de humedad de las almohadillas de evaporación. Cualquiera de estos sensores o una combinación de estos sensores se puede emplear para detectar la operación correcta del sistema de recirculación de agua y no constituye una limitación de la invención.

Volviendo ahora a las figuras, la figura 1 muestra un sistema de enfriamiento 100 donde un fluido a enfriar o condensar pasa internamente a través de conductos que incluyen bobinas de enfriamiento 125, 130 a través del conducto 115. El fluido interno a enfriar o condensar puede ser agua o una mezcla de agua/glicol o cualquier refrigerante que necesite ser enfriado o condensado. Las bobinas de enfriamiento 125 y 130 pueden ser tubos con aletas o diseño de microcanales. Como se ha indicado anteriormente, las bobinas de enfriamiento 125 y 130 pueden ser un condensador o cualquier intercambiador de calor indirecto que tiene aire que pasa a través de él para rechazar el calor a la atmósfera. A medida que el fluido pasa a través de las bobinas de enfriamiento 125, se extrae energía térmica 130 y el fluido enfriado se emite desde el fondo de las bobinas de enfriamiento (125, 130) y regresa a través del conducto 120. Las direcciones del fluido pueden ser veneradas si se desea. El sistema de enfriamiento 100 extrae energía térmica del fluido de enfriamiento haciendo pasar aire ambiente sobre las bobinas 125 y 130 por medio de un dispositivo generador de flujo de aire, como un ventilador 102. Durante los períodos en los que la temperatura del aire ambiente es suficientemente baja o cuando la carga es suficientemente baja, se puede aspirar aire a través de las almohadillas de evaporación "secas" 135 y 140 y luego a través de las bobinas de enfriamiento 125 y 130 a través del ventilador 102 (u otro dispositivo generador de flujo de aire) sin la operación de un sistema de recirculación de agua. Se considera que dicho método de operación funciona en modo "seco".

En el caso de que la temperatura del aire ambiente no sea suficientemente baja, o cuando se desee una mayor capacidad de intercambio de calor, el sistema de enfriamiento 100 puede pasar del modo "seco" a un modo de operación "húmedo" mediante la aplicación de humedad en forma de líquido de evaporación (por ejemplo, agua) a las almohadillas de enfriamiento de evaporación 135 y 140. Cuando las almohadillas de enfriamiento de evaporación 135 y 140 están húmedas, enfrían por evaporación el aire que luego pasa el aire entrante más frío a través de bobinas de enfriamiento (125, 130). Esto aumenta la cantidad de calor que se puede extraer de las bobinas de enfriamiento 125 y 130.

El sistema de enfriamiento 100, así como otras realizaciones contempladas en el presente documento, emplea dos modos de operación húmeda. El primer modo húmedo o primario se considera un ciclo de recirculación de agua. El segundo, o modo húmedo de respaldo, se considera un ciclo de paso único. El modo húmedo primario opera en el modo de recirculación de agua porque conserva el líquido de evaporación en comparación con el modo de paso único. De este modo, en condiciones de operación estándar, este modo de conservación de líquido suele ser suficiente para satisfacer las demandas de refrigeración. El sistema de enfriamiento 100 está configurado para cambiar a un ciclo de paso único como respaldo, por ejemplo, si el modo de recirculación de agua no opera correctamente. El sistema de enfriamiento 100 cambia los modos de operación sin introducir ningún componente nuevo.

Al hacer la transición del sistema de enfriamiento 100 del modo seco al modo húmedo, una válvula de solenoide de reposición 170 se activa o abre y la válvula de descarga de agua 175 se cierra. El caudal de la válvula de reposición 170 se controla típicamente mediante la válvula de control de flujo 171 que puede ser un orificio, regulador de presión o válvula de mariposa. Al aplicar el agua de reposición en la parte superior de las almohadillas de evaporación 135 y 140, las almohadillas de evaporación se pueden humedecer sin activar la bomba de recirculación de agua 145. Para asegurar que las almohadillas de enfriamiento de evaporación 135 y 140 estén suficientemente saturadas, se proporciona una cantidad suficiente de líquido de evaporación a las disposiciones de distribución 148 y 150 de manera que el líquido gotee a través de las almohadillas de enfriamiento de evaporación 135 y 140 y se escurra por las almohadillas de enfriamiento hacia los respectivos canales de recogida opcionales 155 y 160. Los canales de recogida opcionales 155 y 160 actúan como una recogida temporal e intermedia de líquido de escorrentía que luego se proporciona a través de conductos al sumidero 165. En otra disposición, se puede usar un sumidero más grande y los canales opcionales 155 y 160 no existen.

El sumidero 165 recoge el líquido de escorrentía de los canales de recogida 155 y 160. Al recoger suficiente agua de escorrentía para proporcionar una altura de presión suficiente a la entrada de la bomba de recirculación de agua 145 (detectada por el conmutador de flotador 152 que detecta que el nivel del líquido de evaporación es lo suficientemente alto como para encender la bomba 145 de manera segura), la bomba 145 se activa para recircular líquido desde el sumidero 165 a través de los conductos 146 y 149 hasta los dispositivos de distribución de líquido 148 y 150.

Como el conmutador de flotador 152 detecta que el nivel del líquido de evaporación es lo suficientemente alto como para encender la bomba 145 de manera segura, la válvula de reposición 170 está desactivada o cerrada. El líquido de reposición externo recirculado luego se escurra a través del material adiabático de las almohadillas de enfriamiento por evaporación 135 y 140 y es absorbido por las almohadillas de evaporación. A medida que el aire ambiente pasa a través de las almohadillas de evaporación 135 y 140, el aire se enfría por la acción de la evaporación a medida que el líquido que inicialmente fue absorbido por el material adiabático se evapora y se convierte de líquido a gaseoso.

Dado que la válvula de reposición 170 y la bomba de agua de recirculación 145 se comunican con los mismos conductos, se usa un dispositivo de prevención de flujo de contrapresión, o válvula de retención 147 para evitar que

el líquido de reposición retroceda hacia abajo a través de la bomba. De la misma manera, la red 173 de válvulas de prevención de reflujo impide que el líquido recirculado refluya hacia otras fuentes de líquido de reposición, que pueden ser, por ejemplo, un suministro de agua para la ciudad.

5 Durante el modo de recirculación primaria, a medida que se agota el líquido del sistema de enfriamiento por aire por evaporación, el nivel de líquido en el sumidero 165 disminuye. Cuando el nivel es suficientemente bajo, detectado por el conmutador de flotador 152, la válvula de reposición 170 se abre para introducir agua de reposición de recambio en el sistema 100 y se pone en marcha un temporizador de reposición. Una vez que el nivel de líquido en el sumidero 165 se eleva a un nivel predeterminado alto, la válvula de reposición 170 está cerrada, cerrando así la fuente de líquido de reposición. Si el nivel del agua no sube y el temporizador de recuperación expira, el sistema 100 genera una alarma y se inicia el ciclo de respaldo de una vez (como se describe con más detalle a continuación).

15 Un sistema de control supervisa continuamente la operación de la bomba 145 y la válvula de reposición 170 para asegurar que se encienda y apague correctamente de acuerdo con la señal del conmutador 152 del flotador del sumidero. Si el sistema de control detecta un problema que indica que hay un problema con el sistema de recirculación de agua, el modo húmedo se transfiere al ciclo de respaldo de una vez. Las condiciones que pueden supervisarse continuamente incluyen: el nivel del agua (por ejemplo, determinar si el nivel del agua es insuficiente para mantener la bomba en operación según lo determinado por el conmutador de flotador 152), el temporizador de reposición de agua, el conmutador de flujo de la bomba 216, el conmutador de detección eléctrica de la bomba 220 o sensor, el sensor de almohadilla de agua 224 (por ejemplo, determinar si el sensor detecta que las almohadillas de evaporación no están húmedas) o una combinación de los métodos o incluso otros métodos opcionales.

25 Si el temporizador de reposición de agua se agota y no se ha alcanzado el nivel de agua, luego, el control cambia del ciclo de recirculación de agua al ciclo de respaldo de una vez. Hay muchas razones por las que la válvula de reposición puede fallar al subir el nivel del agua en el sumidero 165, incluida, entre otras, una válvula de reposición 170 defectuosa, control de flujo de agua obstruido 171, una tubería rota, el conmutador de flotador 152 está sucio y atascado en la posición hacia abajo, o la válvula de drenaje 175 no se cerró o está defectuosa. En cualquiera de estos casos, no hay suficiente agua en el sumidero 165 para mantener la bomba en operación, por lo tanto, el modo húmedo se cambia del modo de recirculación de agua al modo de paso único. Además del temporizador de reposición de agua, cualquiera de los métodos de detección de recirculación de agua que detectan una falla también cambiará el modo húmedo del modo de recirculación de agua al ciclo de respaldo de una vez.

35 Al hacer la transición del sistema de enfriamiento 100 del modo de recirculación de agua húmeda al ciclo de respaldo húmedo de una vez, la válvula de reposición 170 se energiza, la bomba de recirculación 145 se apaga, la válvula 175 de descarga de agua del sumidero se abre y se envía una alarma al cliente para que se llame a un técnico de servicio para que corrija lo que pueda estar mal con el sistema de recirculación de agua. La lógica que sigue el sistema de enfriamiento 100 está representada por el diagrama detallado en la figura 5.

40 El sistema de enfriamiento 100 en la figura 1 también emplea un "ciclo de descarga" como se conoce en la técnica, de manera que, después de un período de tiempo predeterminado, que es aproximadamente de 12 a 24 horas en modo de recirculación de la bomba, la bomba 145 se apaga y la válvula 175 de drenaje del sumidero se abre para liberar todo el contenido del sumidero 165 para reducir la probabilidad de generación y crecimiento de bacterias y lodo en el sumidero 165.

45 La figura 2 muestra un sistema de enfriamiento 200 donde un fluido a enfriar o condensar (por ejemplo, agua o refrigerante) pasa internamente a través de las bobinas de enfriamiento 125, 130 a través del conducto 115. Muchos componentes operan de manera similar o igual que los componentes correspondientes identificados anteriormente con respecto a la figura 1, aunque hay excepciones. En el sistema de enfriamiento 200, la válvula de reposición 170 sigue suministrando líquido a la parte superior de las almohadillas de evaporación 135 y 140. Pero aquí, el líquido se entrega a través de un conducto 192 separado que entrega agua de reposición fresca a los dispositivos 180 y 181 de distribución de agua. La separación de las entregas de la bomba 145 en líneas separadas 148 y 150, y las líneas 180 y 181 de la válvula de compensación 170 permite que el sistema 100 opere sin la válvula de retención 147 (mostrada en la figura 1). Esto también alivia que no hay necesidad de emplear una red 173 de válvulas de prevención de reflujo (mostrada en la figura 1).

55 La figura 3 muestra una parte de un sistema de enfriamiento 250 con almohadillas de evaporación 135 desde una vista lateral. En esta vista, un sistema de suministro separado se muestra como tuberías individuales 212 de la válvula de reposición 170 y una tubería de suministro de agua 214, que se alimenta desde la bomba de recirculación de agua 145. Las tuberías de suministro de agua individuales 212 y 214 pueden tener orificios, boquillas o agujeros perforados en ellas, que suministran gotas de agua 218 a la parte superior de la almohadilla de evaporación 135. Otras tuberías de suministro de agua 212 y 214 pueden estar adyacentes entre sí o pueden colocarse una encima de la otra dependiendo del espacio que haya.

65 La figura 4 también muestra una parte de un sistema de enfriamiento 350 con almohadillas de evaporación 135 desde una vista lateral. En esta vista, un tubo de suministro 221 separado de la válvula de reposición 170 y un tubo de suministro de agua 222 de la bomba de recirculación 145 caen en el depósito 220 de alimentación de agua por

gravedad. El depósito de agua de alimentación por gravedad 220 puede tener orificios, boquillas u orificios para suministrar gotas de agua 218 a la parte superior de las almohadillas de evaporación 135. La tubería 221 puede tener un punto de entrada más alto con respecto a la tubería 222 y también puede necesitar estar por encima del depósito de agua de alimentación por gravedad 220 como lo requieren algunos municipios para evitar que el agua recirculada entre en el sistema de agua de la ciudad.

La figura 5 es un diagrama de flujo 500 para una secuencia lógica de control que puede aplicarse mediante los diversos ejemplos de sistemas de refrigeración descritos en el presente documento. Cabe señalar que existen múltiples formas de controlar la velocidad del ventilador con almohadillas de evaporación tanto húmedas como secas como se conoce en la técnica y que la lógica en la figura 5 comienza con una solicitud para humedecer las almohadillas de evaporación. La decisión de requerir operación húmeda es bien conocida en la técnica y puede decidirse por muchos factores tales como la temperatura del aire ambiente, temperatura del fluido de proceso, presión del fluido del proceso, una velocidad máxima preestablecida del ventilador o una combinación de estas entradas y no es una limitación de la invención.

Con referencia ahora a la figura 5, en una solicitud de operación húmeda 502, es entonces cuando el aire que entra en las bobinas de enfriamiento necesita ser preenfriado por las almohadillas de evaporación y aumentar el calor rechazado por el sistema, se inicia el ciclo de recirculación de agua 504. En este punto, la válvula de reposición 505 se abre para alimentar agua a la parte superior de las almohadillas de evaporación, la válvula 506 de drenaje del sumidero de agua se cierra y se inicia un temporizador 507 de llenado de agua. El sistema de control mira el conmutador de flotador del sumidero 508 y, si el nivel del agua está por debajo de un punto de ajuste bajo predeterminado, verifica si el temporizador de llenado de agua 510 ha expirado. Si el temporizador de llenado de agua 510 no ha expirado, luego, la bomba de recirculación 512 permanece apagada y la válvula de reposición 514 permanece encendida. El sistema de control 500 verifica continuamente el nivel de agua del sumidero 508 hasta que expira el temporizador de llenado de agua 510 o hasta que el nivel de agua del sumidero 508 alcanza un nivel alto predeterminado. Si se alcanza el nivel alto de agua antes de que expire el temporizador de llenado de agua 510, luego se enciende la bomba de recirculación de agua 512 y se apaga el relleno 514. Si el temporizador 510 de llenado de agua ha expirado antes de que el nivel del agua del sumidero 508 alcance el nivel alto, a continuación, se envía una alarma 516 al cliente y se inicia el ciclo de respaldo de una vez a través 520 (este modo de operación se explicará más adelante).

Una vez que se enciende la bomba de recirculación de agua 512, la lógica de control verifica si parece estar operando correctamente. La operación correcta de la bomba de recirculación 518 se puede verificar 518 directamente mediante el conmutador de flujo de agua situado en la línea de descarga de la bomba de recirculación de agua, mediante sensor o conmutador de detección eléctrica de la bomba, sensor de almohadilla de agua u otros métodos descritos en el presente documento. Siempre que la bomba de recirculación de agua 512 esté encendida y se haya verificado el flujo de agua 518, no habrá alarmas 519 y el sistema de control 500 continuará supervisando el nivel de agua 508 en el sumidero de modo que la válvula de reposición 514 pueda abrirse si el nivel de agua cae debido a la evaporación del agua en las almohadillas de evaporación. Este es el modo de operación normal y principal.

En cualquier momento cuando la bomba de recirculación de agua 512 se enciende y el conmutador de flujo de agua 518 muestra una pérdida de flujo de agua, como con un fallo de la bomba, se activa una alarma 519 y se inicia el ciclo 520 de respaldo de una vez. El ciclo de respaldo de una vez apaga la bomba de recirculación de agua 521, abre la válvula de drenaje del sumidero 522, abre la válvula de reposición 523 y envía una alarma 524 al cliente. Ahora el sistema de control está preenfriando el aire de las almohadillas de evaporación depositando agua de reposición en las almohadillas de evaporación y el agua de escurrimiento sale de la válvula de drenaje del sumidero 522. En este punto, se inicia un temporizador de verificación de paso único 530 que mantiene el sistema en el ciclo de respaldo de paso único durante un período predeterminado pero ajustable. Una vez que el temporizador de verificación de paso único 530 ha expirado, la lógica de control 500 intentará hacer funcionar la bomba de recirculación de agua y verificará la operación correcta iniciando 504 el modo de recirculación de agua de nuevo.

Con referencia de nuevo, a la figura 5, una vez que se apaga la solicitud de operación húmeda 502 y, si la bomba de recirculación de agua estaba operando anteriormente, luego se inicia la operación en seco 540 y se cierra la válvula de reposición 542, y se intenta utilizar cualquier agua restante en el sistema de recirculación antes de que se apague la bomba de recirculación de agua. De este modo, la lógica de control mira el nivel del agua del sumidero 544 y continúa haciendo funcionar la bomba de recirculación de agua hasta que el conmutador del nivel del sumidero 544 indica que el nivel del agua ha bajado. Una vez que el conmutador de nivel de agua del sumidero 544 indica que el nivel del agua ha bajado, la bomba de recirculación de agua 546 se apaga y la válvula de descarga de agua 548 se abre. El uso de esta lógica utiliza la mayor cantidad de agua de recirculación posible antes de descargar el agua restante cuando se regresa al modo de operación en seco 550.

De esta forma, el método 500 de operar un sistema de dispensación de líquido implica dispensar líquido sobre una almohadilla de evaporación con un dispensador, recoger el líquido de escurrimiento de la almohadilla de evaporación en un sumidero y supervisar los parámetros asociados con el nivel de líquido dentro del sumidero. El método también implica controlar el modo de operación entre un modo de recirculación y un modo de paso único con el controlador basado al menos en parte en los parámetros supervisados. Por ejemplo, los parámetros supervisados pueden incluir el nivel de líquido de evaporación dentro del sumidero, las capacidades operativas y/o eficiencias de la bomba, la

posición de la válvula de drenaje del sumidero, la cantidad de tiempo que el sistema ha estado operando en un modo de paso único frente a un modo de recirculación, entre otros parámetros. Cuando se opera en el modo de recirculación, el controlador hace que el sistema entregue líquido de evaporación desde el sumidero al dispensador. Cuando se opera en el modo de paso único, el controlador hace que el sistema entregue líquido desde una entrada al dispensador.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de distribución de líquido para un dispositivo de enfriamiento que comprende:

- 5       - una entrada (172) configurada para permitir la entrada de líquido de evaporación en el sistema de distribución de líquido;
- un dispensador (148, 50) colocado para distribuir líquido de evaporación sobre una almohadilla de evaporación del dispositivo de enfriamiento;
- 10       - una válvula de reposición (170) que regula el flujo de líquido de evaporación entre la entrada y el dispensador;
- un sumidero (165) colocado para recoger el líquido de evaporación que se escurre por la almohadilla de evaporación;
- y una bomba (45) en comunicación de fluido con el sumidero y el dispensador; y
- un controlador en comunicación con la válvula de reposición y la bomba,
- 15       caracterizado por que el controlador está configurado para controlar el sistema de distribución de líquido para operar entre una pluralidad de modos de operación, incluyendo la pluralidad de modos de operación un modo de recirculación y un modo de paso único,
- en donde el modo de operación de recirculación implica operar la válvula de reposición (170) para mantener un nivel de agua suficiente en el sumidero (165) y operar la bomba (145) para distribuir el líquido de evaporación desde el
- 20       sumidero (145) al dispensador (148, 150), y en donde el modo de operación de paso único implica desactivar la bomba (145) y abrir la válvula de reposición (170) para permitir que el líquido de evaporación sea aspirado desde la entrada (172) al dispensador (148, 150).

2. Un sistema de enfriamiento (100) que comprende:

- 25       - una bobina de enfriamiento (125, 130) configurada para pasar un fluido interno;
- una almohadilla de evaporación (135, 140) colocada con respecto a una bobina de enfriamiento (125, 130);
- un generador de flujo de aire (102) dispuesto para aspirar aire a través de la almohadilla de evaporación (135, 140) y sobre la bobina de enfriamiento (125, 13a); y
- 30       - un sistema de distribución de líquido de acuerdo con la reivindicación 1, estando además el controlador en comunicación con el generador de flujo de aire (102) y comprendiendo un dispositivo de procesamiento.

3. El sistema según la reivindicación 1 o 2, en donde el sumidero (165) incluye una válvula de drenaje (175) y un sensor de nivel, cada uno en comunicación con el controlador, y

35       en donde el controlador está configurado para supervisar el nivel de líquido de evaporación en el sumidero (165) a través del sensor de nivel, y

      en donde el controlador está configurado para seleccionar un modo de operación particular entre la pluralidad de modos de operación basándose, al menos en parte, en el nivel supervisado de líquido de evaporación en el sumidero (165).

4. El sistema según la reivindicación 3, en donde el controlador, en el modo de operación de recirculación de agua, está configurado para cerrar la válvula de drenaje (175) del sumidero y operar un temporizador de llenado.

5. El sistema según la reivindicación 4, en donde el controlador está configurado para conmutar los modos de operación del modo de recirculación al modo de paso único, donde el nivel de líquido de evaporación en el sumidero (165) no alcanza un nivel predeterminado.

6. El sistema según la reivindicación 5, en donde el controlador está configurado para operar una alarma donde el temporizador de llenado indica que ha transcurrido una cantidad de tiempo predeterminada y el nivel de líquido de evaporación en el sumidero (165) no ha alcanzado el nivel predeterminado.

7. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en donde el controlador está configurado para conmutar del modo de recirculación de vuelta a un modo seco, en donde el controlador, mientras opera en el modo seco, está configurado para efectuar la operación de la bomba (145) hasta que el nivel supervisado de fluido de evaporación dentro del sumidero (165) haya alcanzado un nivel predeterminado.

8. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, en donde el controlador está configurado para activar una alarma e iniciar un temporizador de verificación de paso único en respuesta a la conmutación al modo de paso único, y en donde el controlador está configurado para intentar automáticamente ejecutar el modo de recirculación en respuesta a la expiración del temporizador de verificación de paso único.

9. El sistema de distribución de líquido según cualquier reivindicación precedente, que comprende, además, un monitor de operación configurado para supervisar la operación de la bomba (145), opcionalmente en donde el monitor de operación comprende un conmutador de flujo (216) en una línea de descarga de la bomba.

10. El sistema según la reivindicación 9, en donde el controlador está configurado para operar una alarma y ejecutar

la operación del modo de operación de paso único en respuesta a la detección por parte del monitor de operación de que la bomba (145) no está operando correctamente.

5 11. El sistema según cualquier reivindicación precedente, en donde el dispensador (148, 150) está en conexión de fluido con el sumidero (165) y la entrada (172), y comprende, además, una válvula de retención (147) en línea entre la bomba (145) y el dispensador (148, 150).

10 12. El sistema según cualquier reivindicación precedente, en donde el dispensador (148, 150) incluye un primer dispensador (148, 150) en comunicación de fluido con la bomba (145) y con la entrada (172) y un segundo dispensador (180, 181) en comunicación de fluido con la válvula de reposición y la entrada (172), opcionalmente en donde un conducto que establece la comunicación de fluido entre la bomba (145) y el primer dispensador (148, 150) no tiene una válvula de retención.

15 13. El sistema según cualquier reivindicación precedente, en donde, cuando el controlador conmuta del modo de recirculación de agua de vuelta al modo seco, la bomba de recirculación de agua (145) permanece encendida hasta que el nivel del agua del sumidero (165) alcance un nivel predeterminado.

20 14. El sistema según cualquier reivindicación precedente, en donde, cuando el controlador conmuta al modo de paso único, este activa una alarma e inicia un temporizador de verificación de paso único y, cuando este temporizador expira, el controlador intentará automáticamente ejecutar el modo de recirculación de agua.

15. Un método de operación de un sistema de dispensación de líquido de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14 entre un modo de recirculación y un modo de paso único, comprendiendo el método:

25 - dispensar líquido sobre una almohadilla de evaporación (135, 140) con un dispensador (148, 150);  
 - recoger el líquido de escorrentía de la almohadilla de evaporación (135, 140) en un sumidero (165); y  
 - supervisar los parámetros asociados con el nivel de líquido dentro del sumidero (165); y  
 - controlar el modo de operación entre un modo de recirculación y un modo de paso único con el controlador basándose, al menos en parte, en los parámetros supervisados,

30 en donde operar en el modo de recirculación implica entregar líquido desde el sumidero (165) al dispensador (148, 150), y  
 en donde operar en el modo de paso único implica entregar líquido desde una entrada (172) al dispensador (148, 150).

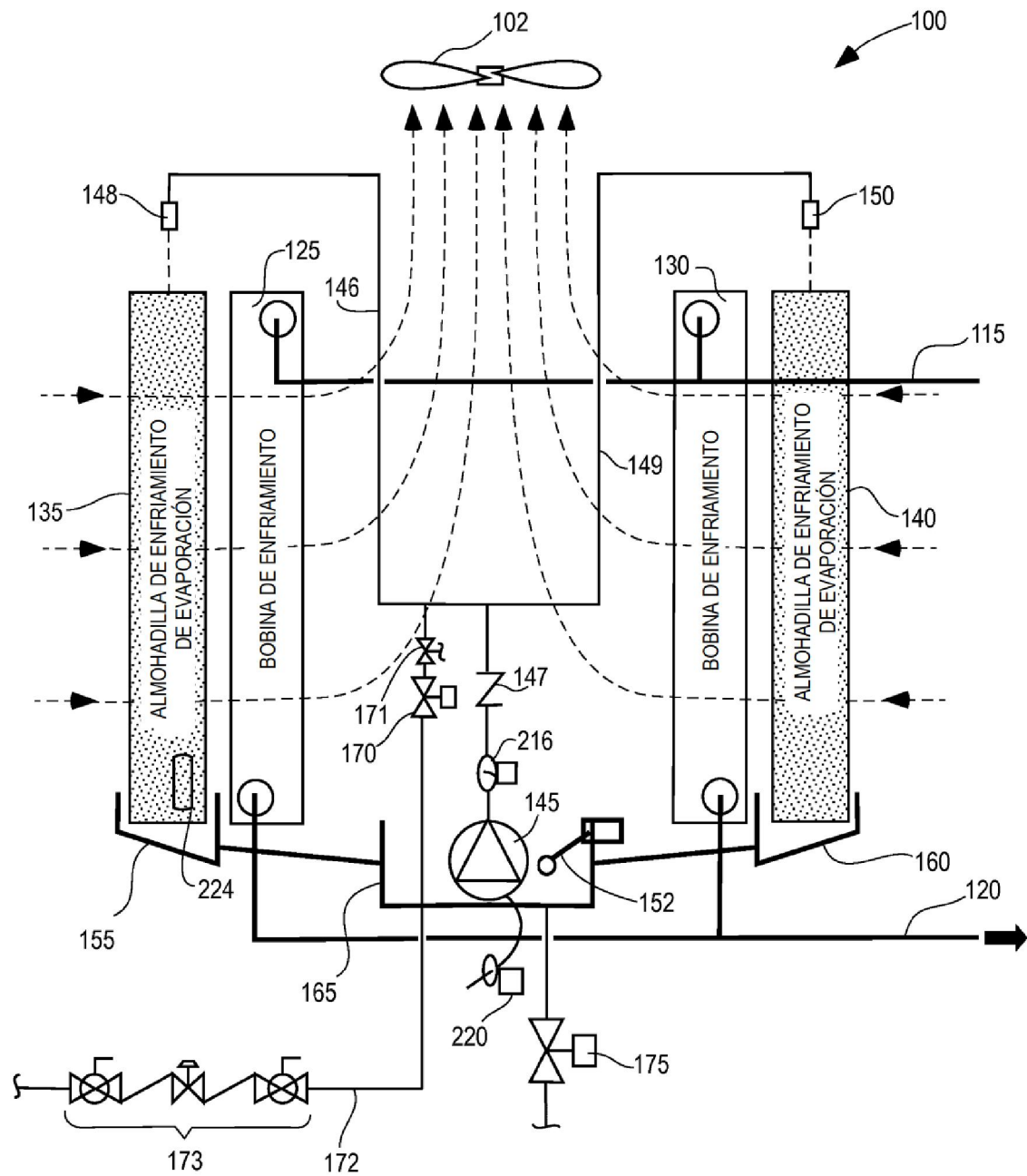


FIG. 1

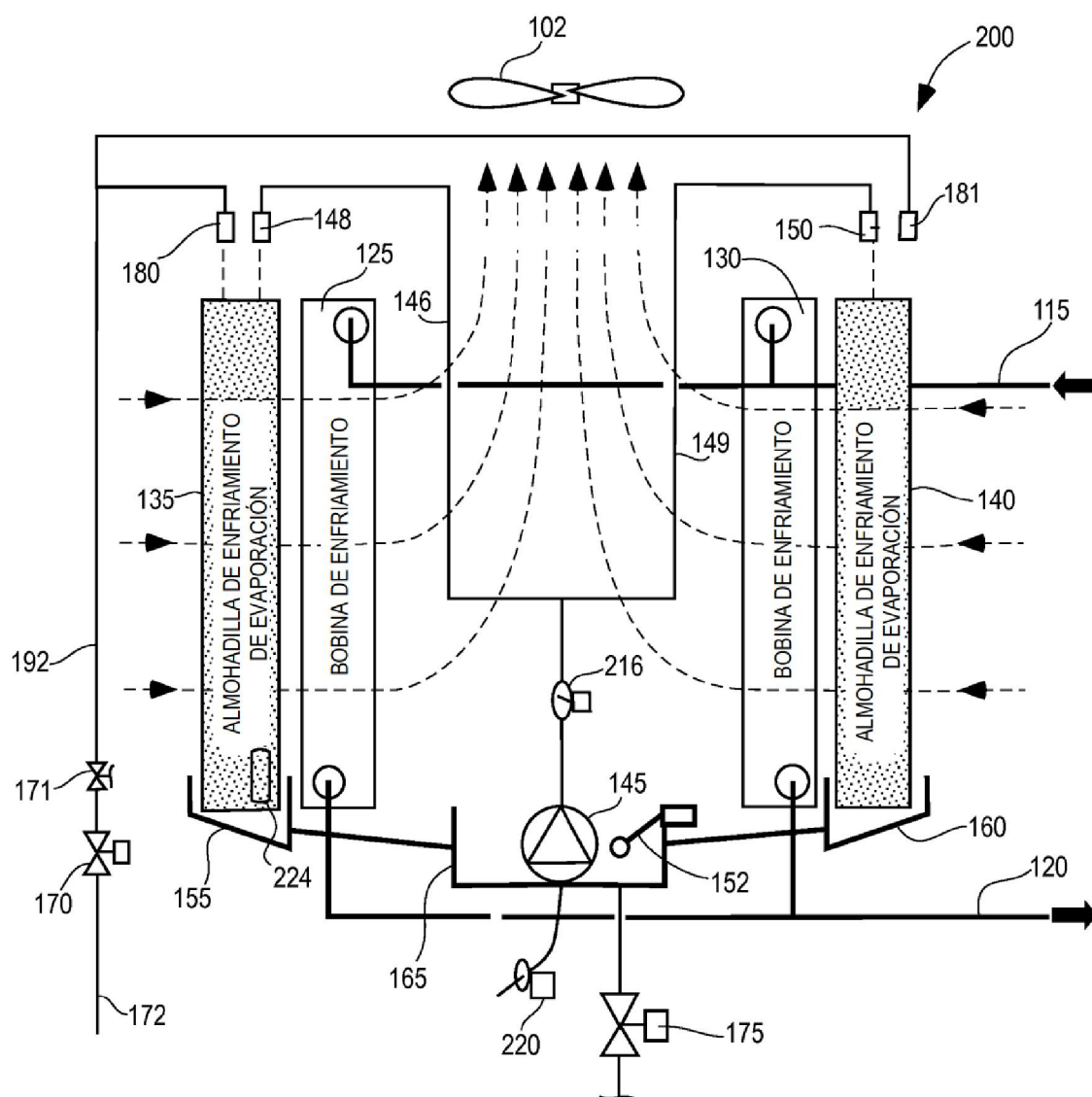


**FIG. 2**

**FIG. 3**

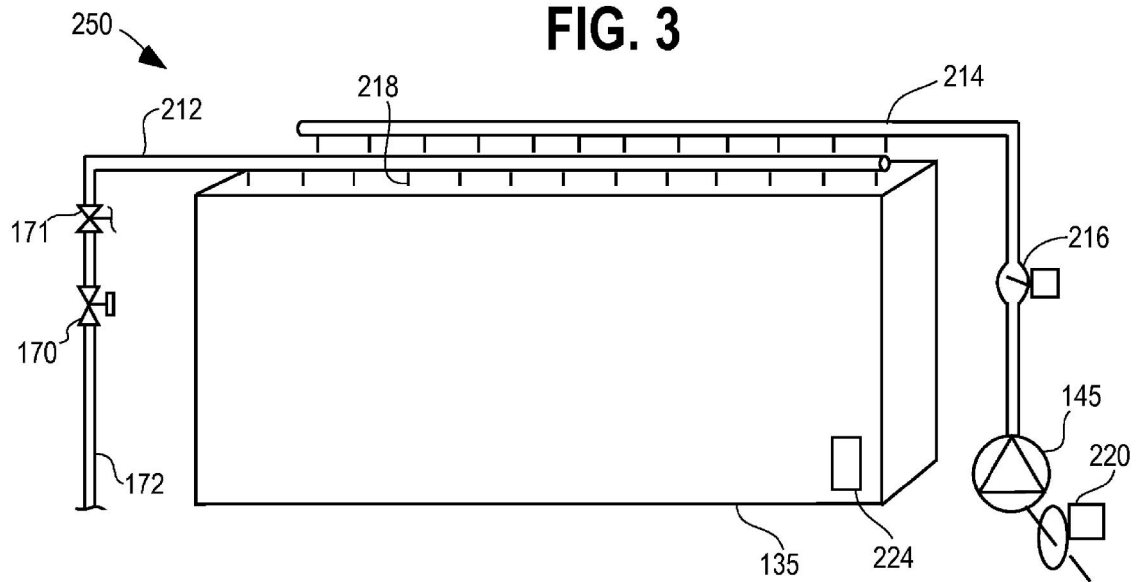


**FIG. 4**

