

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 890**

51 Int. Cl.:

F24F 3/14 (2006.01)

F24F 5/00 (2006.01)

B01D 53/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2015 PCT/AU2015/000641**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.05.2016 WO16065394**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2015 E 15854024 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020 EP 3213023**

54 Título: **Sistema y método de deshumidificación**

30 Prioridad:

27.10.2014 AU 2014904292

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

29.06.2020

73 Titular/es:

**INTEX HOLDINGS PTY LTD (100.0%)
298 Payneham Road
Payneham SA 5070, AU**

72 Inventor/es:

DAVIES, ROGER PHILIP

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 769 890 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 y método de deshumidificación

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

[0001] La presente invención se refiere a un sistema y método de deshumidificación y, en particular, a un sistema y método para controlar la humedad del aire en un proceso o ubicación usando un desecante. Intercambiador de calor de aire fluido revestido.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Es bien sabido que los sistemas de aire acondicionado deben estar diseñados para alterar tanto la temperatura como la humedad del aire de suministro para lograr condiciones térmicas específicas en un espacio acondicionado. Típicamente, la producción de vapor de humedad dentro de un espacio acondicionado es modesta, por lo que se incurre en la mayor parte de la carga de energía térmica latente en un sistema de acondicionamiento al reducir la humedad del suministro (o aire fresco), a un rango específico, en lugar de eliminar el vapor de agua del flujo de aire recirculado dentro del espacio.

15

[0003] En un edificio, por ejemplo, además del calor sensible que debe agregarse o eliminarse para mantener una temperatura interna específica del edificio, también puede ser necesario eliminar el exceso de vapor de agua del aire que ingresa al edificio para mantener un rango específico de humedad interna. Tal control sensible de calor y humedad típicamente forma parte de un sistema de aire acondicionado y ventilación.

20

[0004] El rango especificado típico para el aire ventilado que ingresa a los edificios ocupados, que puede incluir edificios residenciales y comerciales y similares, se encuentra en el rango de 22°C a 23°C y la humedad relativa típicamente está en el rango de 50% a 65%. Esta humedad relativa corresponde a un rango entre 9,73 g y 13,4 g de agua por kilogramo de aire (humedad absoluta).

25

[0005] Cuando las condiciones exteriores son cálidas y húmedas (por ejemplo, 33°C y 90% de humedad relativa), la relación de humedad es de alrededor de 35,4 g de agua por kilogramo de aire. Si este aire se transfiere a una ubicación y se enfría a un rango de temperatura específico más bajo mediante la eliminación del calor sensible, la humedad relativa puede alcanzar el 100% a medida que el aire se enfría y la condensación se produce con un enfriamiento adicional. En este ejemplo, se deben eliminar hasta 20 g de agua por kilogramo de aire para producir una humedad relativa especificada del 55% a 23°C, ya que el aire externo se enfría a la temperatura interna especificada.

30

35

[0006] Hay varias técnicas conocidas para deshumidificar el aire dentro de un proceso o ubicación.

[0007] Un método es por condensación térmica, que implica extraer aire a través de una superficie fría. A medida que el aire se enfría y la humedad relativa alcanza el 100%, el vapor de agua en el aire se condensa como gotas de agua líquida. Por ejemplo, un ventilador puede extraer aire húmedo sobre una bobina de condensación mantenida a menos de 11°C. La bobina de condensación provoca la condensación de parte del vapor de agua en el aire, dejando el aire en una relación de humedad máxima de 9,9 g/kg de aire. El aire se vuelve a calentar a una temperatura adecuada para el suministro al espacio acondicionado, por ejemplo, a unos 18°C.

40

45

[0008] Sin embargo, este método requiere grandes cantidades de energía mecánica, generalmente convertidas de energía eléctrica. Esta energía mecánica se utiliza para operar una bomba de calor de ciclo Rankine inversa que debe proporcionar líquido refrigerante enfriado a temperaturas iguales o inferiores a 11°C en el serpentín de condensación para lograr una humedad absoluta de menos de 9,9 g de agua por kilogramo de aire (correspondiente a una humedad relativa especificada de alrededor del 50% a 22°C en el espacio acondicionado). Este método de enfriamiento del aire de suministro da como resultado una carga de enfriamiento sensible sustancial a medida que el aire de suministro se enfría a alrededor de 11°C, así como la carga de energía latente requerida para condensar el vapor de agua del aire de suministro a esta temperatura. Este componente de energía latente varía con la humedad ambiental. Por ejemplo, la eliminación de 20 g de vapor de agua requiere la eliminación de alrededor de 45.000 j de energía latente. Esta es una demanda máxima típica de 1000 m² de espacio de oficina, que representa una carga de enfriamiento latente continuo de hasta 45 kW por mil metros cuadrados de espacio ventilado. La temperatura del aire de suministro se reduce a menos de 12°C y luego se vuelve a calentar a la temperatura de aire de suministro final especificada. Se requiere más energía térmica sensible para enfriar y luego recalentar el aire.

50

55

[0009] El equipo de aire acondicionado con bomba de calor de ciclo Rankine inverso de este tipo debe ser capaz de manejar la carga latente impuesta por el aire de suministro de alta humedad que pasa sobre una bobina de condensación, que se enfría a menos de 11°C para producir humedad absoluta final requerida en el suministro de aire. Cuando se opera en condiciones de alta temperatura ambiente y alta humedad, tanto las cargas de enfriamiento sensibles como las latentes son grandes y, por lo general, una bomba de calor de ciclo inverso debe cumplir estas cargas. Estas bombas funcionan de manera menos eficiente a medida que el diferencial de temperatura aumenta en períodos cálidos y húmedos, lo que requiere un mayor aporte de energía eléctrica o mecánica, generalmente

60

65

procedente de un generador alimentado por combustible fósil o nuclear. La planta debe ser dimensionada para operar a la carga máxima de enfriamiento requerida por el sistema de suministro de aire, pero generalmente opera a una potencia más baja, lo que resulta en una mayor ineficiencia de la conversión de la energía de entrada durante la operación en estos momentos. En las zonas urbanas, la construcción de aire acondicionado puede formar hasta el 35% de la carga total en la red eléctrica, en las horas punta en los meses de verano. Esta carga contribuye significativamente a la capacidad de la red requerida y por lo tanto el costo de la red eléctrica, lo que puede resultar en sobredimensionamiento de las plantas de energía eléctrica para cumplir con esta carga de refrigeración pico de verano, y consume grandes cantidades de combustibles fósiles, que producen cantidades muy significativas de gases invernaderos.

[0010] Otro método conocido de deshumidificación utiliza membranas iónicas. Aparatos que emplean la tecnología de membrana iónica funciona a nivel molecular. El vapor de agua se elimina por electrólisis. Esta deshumidificación ocurre a tasas demasiado bajas para uso práctico en sistemas de aire acondicionado.

[0011] Aún otro método implica el uso de tecnología de adsorción/desecante. El aparato de deshumidificación que utiliza esta tecnología funciona exponiendo el aire de suministro de alta humedad relativa a un desecante, que adsorbe la humedad cuando las moléculas de agua se unen a la superficie del desecante. Cuando está saturado, o casi saturado, el desecante se elimina del camino de suministro de aire húmedo y la humedad adsorbida se elimina del desecante, mediante la aplicación de calor.

[0012] Los únicos sistemas de adsorción disponibles en el mercado conocidos por el solicitante que eliminan directamente el agua del aire, utilizan una rueda grande que contiene una extensa malla de panel recubierta con material desecante que gira a través de dos corrientes de aire separadas. La primera corriente de aire es una corriente de aire caliente para secar el material desecante, y la segunda corriente de aire es la corriente de aire de suministro para eliminar el vapor de agua del aire de suministro. El vapor de agua se elimina directamente de la corriente de aire por adsorción y luego, a medida que la rueda gira, el desecante saturado se devuelve a la corriente de regeneración de aire caliente que vaporiza el agua adsorbida de la malla de panel durante el ciclo de regeneración. La rueda desecadora gira así a través de secciones alternantes de adsorción y regeneración. El aire a alta temperatura requerido para la regeneración del desecante se proporciona mediante calentamiento directo desde una fuente dedicada (típicamente provista al quemar combustible fósil), o mediante energía térmica producida indirectamente suministrada a grandes intercambiadores de calor colocados en la corriente de aire (el gran tamaño es dictado por la baja capacidad calorífica específica del aire). La rueda giratoria es cara y propensa a daños con el tiempo debido a su gran tamaño y su delicada estructura de panel. Se requieren sellos para evitar la mezcla de las dos corrientes de aire, y estos sellos también son propensos a fallas mecánicas con el tiempo. El ciclo de regeneración se realiza a altas temperaturas, cerca del punto de ebullición del agua que requiere un aporte sustancial de energía térmica, típicamente de una fuente de combustible fósil, como un quemador de gas. La energía suministrada debe exceder la carga latente de la corriente de aire de suministro, para regenerar el material desecante. El material desecante en el panel está a una temperatura alta al final del ciclo de regeneración y al girar en la corriente de aire de suministro, agrega temperatura al aire de suministro dando como resultado una carga de enfriamiento sensible incrementada que debe cumplirse en cualquier otra parte del proceso de suministro de aire acondicionado.

[0013] La publicación US4793143 (A) describe un sistema de aire acondicionado desecante que incluye al menos un lecho desecante de intercambio de calor que tiene superficies de material desecante que definen pasajes de aire a través del lecho desecante. Las superficies de material desecante adsorben la humedad del aire del edificio durante una fase de adsorción y desorben la humedad en el aire de escape durante una fase de desorción. El lecho desecante de intercambio de calor está formado con canales o tubos circulantes refrigerantes en relación de intercambio de calor con las superficies de material desecante.

[0014] La publicación JP2010121920 (A) describe un sistema de aire acondicionado equipado con una unidad de bomba de calor, un compresor, dos intercambiadores de calor que tienen un refrigerante que fluye a través de un tubo y aire que fluye sobre las superficies de las aletas fuera del tubo, y una válvula de expansión y una válvula de cuatro vías 4 dispuesta entre los dos intercambiadores de calor y alternando cada uno de los dos intercambiadores de calor entre un modo de adsorción para absorber la humedad del aire exterior y un modo de desorción de un adsorbente al operar la válvula de cuatro vías, un enfriador evaporativo indirecto 2 enfriando aire deshumidificado descargado desde un lado del modo de adsorción de uno de los intercambiadores de calor, y válvulas de cambio que cambian entre el suministro del aire deshumidificado descargado desde el modo de adsorción de los intercambiadores de calor al enfriador evaporativo indirecto y el escape del aire exterior descargado desde un lado del modo de desorción de los intercambiadores de calor a la atmósfera.

[0015] La publicación JP2005283052 (A) describe una unidad de tratamiento térmico latente con un intercambiador de calor, un controlador de humedad en el que un adsorbente se mantiene sobre una superficie de un grupo de aletas, el adsorbente se calienta o enfría por el refrigerante que fluye dentro del grupo de aletas, y la humedad en el aire que fluye fuera del grupo de aletas es adsorbida o desorbida por el adsorbente para controlar la humedad del aire, la capa de soporte en la superficie de las aletas del adsorbente está compuesta de una capa solidificada seca de un aglutinante orgánico de emulsión de agua en el que se mezcla el adsorbente

5 [0016] La publicación JPHO7163830 (A) describe un deshumidificador seco de tipo regeneración sin partes móviles y las eficiencias de adsorción/desorción se logran uniendo un adsorbente a ambas superficies externas de una placa hueca para constituir una placa de intercambio de calor y usando dos conjuntos de unidad de adsorción/desorción provista de la placa de intercambio de calor y cambio sobre agua de refrigeración y agua de calefacción para que pase agua de refrigeración por un lado y agua de calefacción por el otro lado.

[0017] Un objeto de la presente invención consiste en superar al menos algunos de los problemas mencionados anteriormente o proporcionar al público una alternativa útil.

10 [0018] Cualquier discusión de documentos, actos, materiales, dispositivos, artículos o similares, que se ha incluido en la presente memoria descriptiva tiene el único fin de proporcionar un contexto para la presente invención. No debe tomarse como una admisión de que cualquiera o la totalidad de la discusión previa forma parte de la base de la técnica anterior o era de conocimiento general común en el campo de la invención tal como existía antes de la fecha de prioridad de cualquiera de las reivindicaciones en este documento.

15 SUMARIO DE LA INVENCION

[0019] Según un aspecto, la presente invención proporciona un sistema de deshumidificación que incluye: un intercambiador de calor fluido-aire que incluye una superficie externa del lado del aire recubierta con material desecante, en donde durante un ciclo de adsorción el fluido pasa a través del intercambiador de calor a una temperatura que hace que el vapor de agua se elimine de una corriente de aire permitida o forzada a través del intercambiador de calor; un medio para permitir u forzar una corriente de aire a través de dicho intercambiador de calor durante el ciclo de adsorción; y un medio de calentar el material desecante durante un ciclo de regeneración para hacer que el agua adsorbida se elimine del material desecante mediante vaporización, regenerando así el material desecante a un estado que permita que el material desecante elimine el vapor de agua de una corriente de aire en un ciclo de adsorción posterior; un medio para enfriar el material desecante durante el ciclo de adsorción con el fin de mantener dicha temperatura dentro de un rango suficiente para que el vapor de agua se elimine de la corriente de aire en donde el medio para enfriar el material desecante es el intercambiador de calor fluido-aire en donde el enfriamiento es logrado haciendo pasar un fluido refrigerante a través del intercambiador de calor fluido-aire; un medio evaporativo que incluye un volumen de fluido en el que un proceso de enfriamiento evaporativo incluye permitir u obligar a un volumen de aire desecado a través de un área superficial del volumen de fluido en el medio evaporativo, por lo que el volumen de aire hace que la temperatura de dicho fluido sea bajado por evaporación; caracterizado porque el volumen de fluido, después de haber reducido su temperatura mediante el proceso de enfriamiento por evaporación en los medios de evaporación, se suministra al intercambiador de calor fluido-aire como fluido de enfriamiento y se usa para enfriar el material desecante durante el ciclo de adsorción.

[0020] Los medios para calentar el material desecante pueden ser el intercambiador de calor fluido-aire en el que el calentamiento se logra haciendo pasar fluido de calentamiento a través del intercambiador de calor fluido-aire.

40 [0021] El sistema de deshumidificación puede incluir además una válvula de 2 vías en una entrada en dicho intercambiador de calor que es operable para cambiar entre el suministro de fluido de calentamiento y enfriamiento al intercambiador de calor.

45 [0022] El fluido de calentamiento y enfriamiento puede ser fluido de una fuente común calentada o enfriada antes de la entrada en el intercambiador de calor de acuerdo con si el intercambiador de calor está operando un ciclo de adsorción o regeneración.

[0023] Los medios para permitir o forzar una corriente de aire pueden ser uno o más ventiladores.

50 [0024] El intercambiador de calor fluido-aire puede tener la forma de un radiador de aleta que incluye un tubo de flujo de fluido y aletas de enfriamiento de calentamiento asociadas que están recubiertas en dicho material desecante.

[0025] El intercambiador de calor fluido-aire y los medios para permitir o forzar una corriente de aire pueden disponerse en los conductos utilizados para transportar el aire ambiente a una ubicación.

55 [0026] El intercambiador de calor fluido-aire y los medios para permitir u forzar una corriente de aire pueden formar parte de un módulo que se puede conectar a los conductos utilizados para transportar el aire ambiente a la ubicación.

[0027] La ubicación puede ser el interior de un edificio.

60 [0028] Los medios para permitir u forzar una corriente de aire a través del intercambiador de calor se pueden operar alternativamente en un modo de suministro de aire para permitir o forzar una corriente de aire a la ubicación a través del intercambiador de calor fluido-aire, y un modo de retorno de aire para extraer una corriente de aire de la ubicación.

65 [0029] El aire de retorno puede suministrarse al proceso de enfriamiento por evaporación.

[0030] El sistema de deshumidificación puede incluir además:

un segundo intercambiador de calor fluido-aire que funciona en paralelo a dicho intercambiador de calor fluido-aire, en el que cuando el intercambiador de calor fluido-aire está operando dicho ciclo de adsorción, el segundo intercambiador de calor fluido-aire opera dicho ciclo de regeneración, y viceversa, para asegurar un suministro continuo de aire deshumidificado a dicha ubicación; un medio para cambiar el funcionamiento de cada intercambiador de calor entre los ciclos de adsorción y regeneración; y medios de manejo de aire que prevén que el aire que pasa a través del intercambiador de calor que opera en dicho ciclo de regeneración no se proporciona a la ubicación y el aire que pasa a través del intercambiador de calor que opera en dicho ciclo de adsorción se proporciona a la ubicación.

[0031] El volumen de fluido puede mantenerse en un tanque y el volumen de aire puede permitirse o forzarse a través de un área de superficie superior de un cuerpo de fluido en el tanque.

[0032] El volumen de fluido puede estar en forma de gotas en una torre de enfriamiento y el volumen de aire puede permitirse o forzarse a través de un área de superficie de cada gota.

[0033] El proceso de enfriamiento por evaporación puede usarse para enfriar y/o rehumedecer el aire desecado antes de la entrada en una ubicación o proceso adicional.

[0034] El sistema de deshumidificación puede incluir además:

un segundo intercambiador de calor fluido-aire que opera aguas abajo del proceso, en el que cuando el intercambiador de calor fluido-aire está operando dicho ciclo de adsorción, el segundo intercambiador de calor fluido-aire está operando dicho ciclo de regeneración, y viceversa;

un medio para cambiar el funcionamiento de cada intercambiador de calor entre los ciclos de adsorción y regeneración;

un medio de cambiar un modo de operación de los medios de permitir u forzar una corriente de aire a través del intercambiador de calor para asegurar el suministro continuo de aire deshumidificado al proceso de tal manera que cuando el intercambiador de calor fluido-aire esté operando un ciclo de adsorción una corriente de el aire es atravesada por el intercambiador de calor fluido-aire para proporcionar aire deshumidificado al proceso mientras el segundo intercambiador de calor fluido-aire está operando un ciclo de regeneración, y cuando el segundo intercambiador de calor fluido-aire está operando dicho ciclo de adsorción una corriente de aire es dibujado a través del segundo intercambiador de calor fluido-aire para proporcionar aire deshumidificado al proceso mientras el intercambiador de calor fluido-aire opera un ciclo de regeneración.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0035] Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen una parte de esta especificación, ilustran varias implementaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar las ventajas y principios de la invención. En los dibujos:

La figura 1 es una vista esquemática de un sistema de deshumidificación para proporcionar aire deshumidificado a una ubicación de acuerdo con una realización de la presente invención;

La figura 2 es una vista esquemática de un sistema de deshumidificación para proporcionar aire deshumidificado a un proceso de evaporación de acuerdo con una realización;

La figura 3 es una vista esquemática de un sistema de deshumidificación que involucra dos intercambiadores de calor para proporcionar aire deshumidificado a un proceso de evaporación de acuerdo con una realización adicional;

La figura 4 es una vista esquemática de un sistema de deshumidificación que involucra dos intercambiadores de calor que funcionan en paralelo para proporcionar aire deshumidificado a un proceso de evaporación de acuerdo con una realización adicional; y

la figura 5 es una vista esquemática de un sistema de deshumidificación para proporcionar aire deshumidificado a una ubicación y posteriormente a un proceso de evaporación de acuerdo con otra realización adicional.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES DE LA INVENCION

[0036] La siguiente descripción detallada de la invención se refiere a los dibujos adjuntos.

[0037] Aunque la descripción incluye realizaciones ejemplares, son posibles otras realizaciones, y se pueden hacer cambios en las realizaciones descritas sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. Siempre que sea posible,

se utilizarán los mismos números de referencia en todas las realizaciones y la siguiente descripción para referirse a las mismas partes y similares.

5 **[0038]** Un sistema de deshumidificación 10 según una realización se muestra esquemáticamente en la Figura 1, e incluye al menos un intercambiador de calor recubierto con desecante 12 y un medio para permitir u forzar el aire a través del intercambiador de calor 12 y hacia una ubicación. Debe entenderse que aunque la realización mostrada en la Figura 1 está dirigida a proporcionar aire deshumidificado a una ubicación, el sistema 10 podría configurarse igualmente para proporcionar aire deshumidificado a un proceso como se describe a continuación. Los medios para permitir o forzar el aire a través del intercambiador de calor 12 tienen, en el ejemplo mostrado, la forma de un ventilador 14 configurado para extraer una corriente de aire hacia la ubicación a través de un conducto 16, en donde la ubicación puede ser, por ejemplo, un interior de un edificio. El conducto 16 puede alojar tanto el intercambiador de calor 12 como el ventilador 14, sin embargo, pueden ser posibles otras configuraciones y disposiciones de montaje. Por ejemplo, el intercambiador de calor 12 y el ventilador 14 pueden formar parte de un módulo de deshumidificación portátil (no mostrado) que se puede conectar a la red de conductos. El uso de otros medios capaces de permitir u forzar una corriente de aire en la ubicación y a través del intercambiador de calor también puede ser posible, por ejemplo, el ventilador 14 puede ser reemplazado por un amortiguador u otro equipo de manejo (no mostrado en la Figura 1) que cuando está abierto permite que el aire pase a través del intercambiador de calor 12.

20 **[0039]** Por lo tanto, la corriente de aire se introduce en el edificio después de pasar a través del intercambiador de calor recubierto de desecante 12 que sirve para eliminar el vapor de agua de la corriente de aire por adsorción, deshumidificando así el aire. El agua que es adsorbida por el material de desecación se denomina en ocasiones aquí "agua adsorbida", y el intercambiador de calor 12 se denomina en este documento en ocasiones "desecador". El intercambiador de calor 12 puede ser del tipo de radiador de aleta, que incluye una tubería 18 de intercambiador de calor para acomodar el fluido usado para calentar y/o enfriar las aletas asociadas 20 recubiertas con material desecante (no mostrado). En una realización, el fluido es agua, debido a su alta capacidad térmica, abundancia y facilidad de manejo. El material desecante podría ser cualquier material adecuado, como cualquier adsorbente zeolítico.

30 **[0040]** Para que haya un enfriamiento sensible de las aletas 20 y, por lo tanto, del material desecante para permitir la eliminación del vapor de agua de la corriente de aire durante un ciclo de adsorción, el fluido que pasa a través del tubo del intercambiador de calor 18 debe mantenerse a una temperatura más baja que el material desecante. El intercambiador de calor 12 por lo tanto opera en un modo de enfriamiento durante el ciclo de adsorción. El enfriamiento del material desecante durante el ciclo de adsorción elimina la energía térmica de adsorción del desecante y, por lo tanto, permite la adsorción adicional de vapor de agua de la corriente de aire de suministro.

35 **[0041]** Por consiguiente, los expertos en la materia ya se darían cuenta de que el ventilador 14 y el intercambiador de calor 12 pueden funcionar para suministrar aire fresco a una ubicación o proceso a baja humedad relativa durante un ciclo de adsorción.

40 **[0042]** El sistema 10 también puede operar un ciclo de regeneración para permitir que el material desecante se regenere y luego continúe extrayendo humedad del aire entrante. Durante un ciclo de regeneración, el agua adsorbida se elimina del material desecante. Esto puede lograrse haciendo funcionar el intercambiador de calor 12 en un modo de calentamiento, por lo que el fluido que pasa a través del tubo del intercambiador de calor 18 está a una temperatura más alta que el material desecante. El material desecante se puede calentar directamente a través de las aletas 20. A diferencia de los sistemas de deshumidificación conocidos que usan tecnología de desecación, solo se requiere una fuente de calor de baja temperatura para calentar el fluido que fluye a través de la tubería 16 para calentar el material desecante. Por ejemplo, durante una prueba del ciclo de regeneración, la temperatura del fluido de calentamiento 24 se midió a 73°C entrando en la tubería 18 del intercambiador de calor y nuevamente se midió a 59°C a la salida de la tubería 18. El ciclo de regeneración eliminó un total de 220 g de agua del sistema de deshumidificación 10 por desorción durante el calentamiento a una velocidad promedio de 1,67 g/s durante un intervalo de 132 segundos. El aire ingresó al sistema de deshumidificación 10 a 20,2°C con una relación de humedad de 1 1,75 g/kg de aire, y el aire salió a una temperatura de 44°C y una relación de humedad de 16,47g/kg de aire con (),35 kg/s de aire que pasa a través del sistema 10.

55 **[0043]** El fluido que pasa a través del tubo 18 del intercambiador de calor durante el ciclo de adsorción se denomina en ocasiones "fluido de enfriamiento", y fluido que pasa a través del tubo 18 del intercambiador de calor durante el ciclo de regeneración se denomina en este documento a veces "fluido de calentamiento".

60 **[0044]** En una realización, el sistema 10 puede formar parte de un sistema más general de calefacción, ventilación y refrigeración de edificios (HVAC) y puede ser un complemento valioso para proporcionar aire deshumidificado utilizando una fuente de energía de baja temperatura (térmica), por ejemplo obtenida de un colector solar térmico (no mostrado).

65 **[0045]** Como resultado de la efectividad del sistema 10 para eliminar la humedad no deseada del aire de suministro (por ejemplo, en el caso del aire de suministro del edificio, al lograr una humedad absoluta tan baja como 3 g por kg de aire) sin una pérdida significativa de eficiencia, el sistema 10 solo necesita operar intermitentemente para eliminar

la humedad del aire de suministro para mantener un ambiente térmico específico en la ubicación o proceso. Un único desecador o un conjunto de desecadores que funcionan como una sola unidad, cada uno operando simultáneamente en un ciclo de adsorción o regeneración, puede proporcionar los requisitos de suministro de aire sin la necesidad de un suministro continuo de aire deshidratado. Esto también puede simplificar el control y las estructuras mecánicas requeridas para operar el proceso de deshumidificación.

[0046] El material desecante puede mantenerse a una temperatura suficientemente baja en comparación con la temperatura del material desecante enfriando el fluido suministrado al intercambiador de calor 12. En una realización, y como se describe más adelante, el intercambiador de calor 12 puede configurarse para cambiar entre fluidos utilizados en cada uno de los ciclos de adsorción y regeneración. En algunas circunstancias, el fluido usado en el ciclo de regeneración puede ser el mismo fluido usado en el ciclo de regeneración. Por ejemplo, el fluido de calentamiento que ha pasado a través del intercambiador de calor durante el ciclo de regeneración puede enfriarse adecuadamente en otro proceso para que también sea adecuado para usarlo como fluido de enfriamiento durante el ciclo de adsorción, y viceversa.

[0047] Debido a las propiedades de los materiales adsorbentes que operan a o incluso por encima de 30°C, no se requiere que el fluido utilizado en el ciclo de adsorción se enfríe al rango de temperatura típico del serpentín de condensación de menos de 12°C como en un deshumidificador de bobina de condensación conocido hasta ahora. La temperatura requerida de fluido en el tubo de intercambiador de calor 18 por lo tanto se puede lograr mediante el fluido de abastecimiento enfriado de un medio de evaporación que forma parte del sistema 30 como se describe más abajo, o incluso un suministro de agua de la red o de aguas pluviales en circunstancias en que la temperatura del agua es suficientemente baja en comparación con la temperatura del material desecante.

[0048] Con el exceso de humedad en el aire de suministro eliminado de esta manera, la corriente de aire de suministro resultante puede calentarse o enfriarse sensiblemente de manera eficiente utilizando la energía térmica sensible mínima requerida, por ejemplo mediante un intercambiador de calor de bobina. Este sistema puede permitir que una carga de enfriamiento sensible sea manejada por enfriamiento evaporativo directo para producir las condiciones de temperatura y humedad relativa especificadas para la ubicación o el proceso.

[0049] La figura 1 ilustra además una válvula de 2 vías 22 asociada con la entrada del intercambiador de calor para permitir la producción de fluido de calentamiento 24 o de enfriamiento 26 en el tubo 18 del intercambiador de calor de acuerdo con una realización. El funcionamiento de la válvula de 2 vías 22 hace que la válvula 22 suministre alternativamente líquido de enfriamiento 26 y calentamiento 24 (para los ciclos de adsorción y regeneración respectivamente) al tubo intercambiador de calor 18. El funcionamiento de la válvula 22 puede controlarse mediante un mecanismo de control apropiado (no mostrado). Tal mecanismo de control puede ser un mecanismo de control electrónico, por ejemplo, y puede constituir o formar parte de un mecanismo de control del sistema general utilizado para operar también de manera intermitente el ventilador 14 y, en el caso de un ventilador reversible, la dirección del flujo del ventilador, por ejemplo.

[0050] Otros componentes que pueden controlarse incluyen cualquier componente aguas abajo que pueda usarse para enfriar o rehumedecer aún más la corriente de aire y el aparato de tratamiento de aire, tales como amortiguadores, por ejemplo. El sistema puede incluir además medios para medir ciertas condiciones tales como la temperatura y la humedad del aire de suministro, la temperatura y la humedad del aire después del desecador, y la temperatura y la humedad del aire después de haber alcanzado la ubicación o proceso diana, para determinar la medida en que debe modificarse el modo de funcionamiento de estos diversos componentes. La presente invención no se limita a ningún mecanismo, sistema o método de control particular.

[0051] Se podría usar un ventilador bidireccional en circunstancias en las que, por ejemplo, una ubicación tiene una capacidad de conducción limitada, por ejemplo, donde el aire de escape de la ubicación debe ser retirado a través del mismo conducto a través del cual se suministró el aire tratado a la ubicación. Debido a que el sistema 10 permite que se suministre aire tratado a la ubicación de forma intermitente, es decir, durante el ciclo de adsorción pero no durante el ciclo de regeneración, el ventilador puede funcionar en reversa durante el ciclo de regeneración para extraer el aire de escape de la ubicación al ambiente.

[0052] La figura 2 ilustra un sistema de ejemplo 30 en el que se proporciona aire deshumidificado a un proceso en lugar de a una ubicación. En particular, el proceso es un proceso de enfriamiento por evaporación aguas abajo de acuerdo con una realización. Para fines de brevedad, los componentes del sistema 30 que realizan la misma función o similar a los componentes del sistema 10 se referencian utilizando números de referencia similares. El sistema 30 presenta un proceso de enfriamiento por evaporación que implica un volumen de agua 32 separado del conducto de corriente de aire 16 aguas abajo del ventilador 14 con una superficie libre 34 expuesta a la corriente de aire. Mientras el sistema 30 está ejecutando un ciclo de adsorción, como se describió anteriormente con respecto al sistema 10, la humedad aguas abajo del intercambiador de calor 12 se reduce, lo que disminuye la temperatura del bulbo húmedo del aire desecado. La baja humedad permite un mejor enfriamiento por evaporación del aire cuando se pasa sobre la superficie libre 34. El enfriamiento por evaporación también se puede utilizar para agregar humedad al aire que de otro modo podría ser indeseablemente seco.

[0053] Por lo tanto, al pasar aire caliente y seco sobre la superficie libre 34 de un volumen de agua 32, la baja presión parcial de agua en el aire desecado permite un proceso de evaporación desde la superficie libre, arrastrando vapor de agua a medida que pasa a través de la superficie libre 34. El calor latente de vaporización de la masa de vapor de agua arrastrada da como resultado una temperatura reducida del aire y del cuerpo de agua. Así, el aire entrante puede enfriarse y volverse a humedecer por el volumen de agua 32 a un nivel deseable, mientras que el cuerpo de agua también se enfría un poco.

[0054] De esta manera, el cuerpo de agua se puede enfriar a una temperatura inferior a la temperatura ambiente del bulbo húmedo. Esto se puede lograr con la adición de equipos necesarios para la circulación del volumen de agua 32, que son, por ejemplo, plomería y una sola bomba. La figura 2 muestra, por ejemplo, el uso de una línea de agua tibia 36 en el volumen de agua 32 y una línea de agua fría 38. Ya que el fluido puede estar cerca de la presión atmosférica y abrirse a la atmósfera al menos en una ubicación, la entrada de energía adicional requerida para mover el aire y el fluido de enfriamiento es baja, lo que resulta en un coeficiente eléctrico de rendimiento (ECOP) favorable en comparación con ciclos de compresión de vapor operados mecánicamente.

[0055] El proceso de enfriamiento por evaporación anterior que implica permitir o forzar un volumen de aire a través de una superficie libre 34 de un volumen de agua 32 para producir fluido refrigerado es objeto de una solicitud pendiente por parte del presente solicitante. La solicitud en trámite describe que el volumen de fluido podría estar igualmente en forma de gotas en una torre de enfriamiento que permite que una corriente de aire pase a través de las gotas para enfriar el fluido. Debe entenderse que la presente invención no se limita a ningún proceso al que se pueda proporcionar aire deshumidificado.

[0056] La persona experta entendería que el fluido enfriado producido como un subproducto de un proceso, tal como el proceso de enfriamiento por evaporación descrito anteriormente, puede transferirse para su uso en otra ubicación o proceso. En una realización, y como se describe a continuación con respecto a la realización de la Figura 4, el fluido enfriado podría ser devuelto al intercambiador de calor 12 como fluido refrigerante durante el ciclo de adsorción.

[0057] La figura 3 ilustra otro sistema de ejemplo 40 en el que se proporciona aire deshumidificado a un proceso en lugar de a una ubicación. En la realización mostrada, el proceso es el proceso de enfriamiento por evaporación descrito anteriormente, sin embargo, esto es solo a modo de ejemplo. Se hace referencia a componentes idénticos o de funcionamiento similar del sistema 10 y 30 utilizando números similares. El sistema 40 incluye dos intercambiadores de calor 42 y 44 colocados aguas arriba y aguas abajo de una superficie libre 34 de un volumen de agua 32. Cada intercambiador de calor se opera en un modo opuesto de modo que en cualquier momento, un intercambiador de calor operará un ciclo de adsorción y el otro intercambiador de calor operará un ciclo de regeneración, y viceversa, con el modo de operación controlablemente conmutable.

[0058] En esta realización, puede introducirse aire caliente y/o húmedo desde el ambiente, y pasar a través del intercambiador de calor 42 recubierto con desecante, donde se deshumidifica durante un ciclo de adsorción, que pasa a través de la superficie libre 34 donde enfría el cuerpo de agua 32 mediante la eliminación del calor latente a través del arrastre de vapor de agua, y finalmente a través del segundo intercambiador de calor recubierto de desecante 44 que está en su ciclo de regeneración. De esta manera, el volumen de agua 32 se enfría continuamente, y los intercambiadores de calor recubiertos con desecante 42 y 44 pueden funcionar en ciclos alternativos de adsorción/regeneración invirtiendo la trayectoria del aire y el flujo de fluido de calentamiento 24 o enfriamiento 26.

[0059] La figura 3 ilustra además una válvula 46 asociada con las entradas del intercambiador de calor para permitir la entrada de fluido de calentamiento 24 o de enfriamiento 26 en el tubo 18 del intercambiador de calor de acuerdo con el intercambiador de calor al que se proporciona el fluido que funciona con una regeneración o un ciclo de adsorción.

[0060] La figura 4 ilustra un sistema 50 de acuerdo con otra realización adicional en la que se proporciona aire deshumidificado a un proceso en lugar de a una ubicación. En la realización mostrada, el proceso es el proceso de enfriamiento por evaporación descrito anteriormente, sin embargo, esto es solo a modo de ejemplo. Los componentes de los sistemas 10, 30 y 40 que son iguales o tienen un propósito similar se referencian usando números similares. El sistema 50 puede incluir un par de intercambiadores de calor recubiertos de desecante 52 y 54 que funcionan en paralelo, que se suministran alternativamente con fluido refrigerante 26 y calefactor 24 fluido desde una fuente de calor (no mostrada), con un medio para cambiar entre las dos fuentes y modos de operación como se describió anteriormente. También se muestra al menos un medio para permitir u obligar a una corriente de aire de forma independiente a través de los intercambiadores de calor 52 y 54. En la realización mostrada, esto tiene la forma de dos ventiladores de ventilación 14 pero un solo ventilador con componentes de amortiguación adecuadamente controlados (no se muestra) podría usarse igualmente.

[0061] Después de pasar el aire suministrado a través de los intercambiadores de calor recubiertos 52 y 54, el aire puede ser dirigido de manera controlable por los manipuladores de aire, por ejemplo, los amortiguadores 56 y 58 asociados con el intercambiador de calor 52 y los amortiguadores 60 y 62 asociados con el intercambiador de calor 54. Un amortiguador 56 o 60 permite que el aire que se ha utilizado para un ciclo de regeneración salga del sistema, mientras que el aire que se ha desecado se dirige aguas abajo a través de los amortiguadores 58 y 62. Por ejemplo,

si el intercambiador de calor 52 está funcionando en un ciclo de regeneración y el intercambiador de calor 54 en un ciclo de adsorción, el regulador 56 se abrirá y el regulador 58 se cerrará para permitir que este aire salga del sistema. Mientras tanto, la compuerta 62 estará abierta y la compuerta 60 cerrada para permitir que el aire desecado viaje aguas abajo hacia el proceso. Cuando se cambia el modo de operación de los intercambiadores de calor, cada amortiguador también se controla para cambiar de abierto a cerrado o viceversa.

[0062] Como se describió anteriormente, el proceso puede incluir un medio de exponer una superficie libre 64 de un cuerpo de agua 66 para ser enfriada por evaporación a una corriente de aire seco suministrado por el intercambiador de calor opera un ciclo de adsorción. El agua enfriada por este proceso puede retroalimentarse al sistema como fluido refrigerante para los intercambiadores de calor cuando operan en un ciclo de regeneración o usarse para algún otro proceso. A este respecto, el sistema 50 puede incluir además una válvula 68 que cuando se abre permite la alimentación de agua de refrigeración en uno o ambos intercambiadores de calor, y la válvula 70 que cuando se abre permite la alimentación de agua desde uno o ambos intercambiadores de calor de vuelta al volumen de agua 32.

[0063] La Figura 5 ilustra un sistema de ejemplo 80 que es similar al sistema de la Figura 2 en que está configurado para permitir que se suministre aire deshumidificado a un proceso, pero además, incluye un medip 82 de proporcionar aire desecado a un lugar antes de regresar al proceso. En la realización mostrada, el proceso es el proceso de enfriamiento por evaporación descrito anteriormente, sin embargo, esto es solo a modo de ejemplo. Los componentes del sistema 30 de la Figura 2 que son iguales o tienen un propósito similar se referencian usando números similares. El destinatario experto apreciaría que los medios para proporcionar aire desecado a la ubicación y devolver el aire de escape desde la ubicación de regreso al proceso pueden ser uno o más ventiladores adicionales y conductos adicionales (no mostrados) que emplean equipos de manejo de aire apropiados, como amortiguadores (no mostrados). El suministro de aire desecado a una ubicación y luego un proceso puede usarse para obtener una ventaja adicional donde la ubicación y el proceso pueden operar con una ventaja en comparación con la operación con aire ambiente.

[0064] Los beneficios proporcionados por la presente invención ahora deberían ser evidentes. El destinatario experto apreciaría que un intercambiador de calor fluido-aire puede recubrirse en una superficie externa (lado del aire) con material desecante y usarse para eliminar el vapor de agua arrastrado del aire mediante un proceso de adsorción. El material desecante adsorbe agua a temperaturas ambiente o superiores, y la corriente de aire resultante es de una humedad reducida en comparación con la humedad del aire de suministro. El material desecante puede entonces secarse/regenerarse mediante la adición de calor, conduciendo el agua nuevamente al estado de vapor con la adición de energía latente de vaporización. Se puede agregar calor de bajo grado (tan bajo como 60°C) al fluido del intercambiador de calor, de energía solar térmica u otra fuente, para proporcionar energía de desorción para eliminar agua del material desecante durante el ciclo de regeneración. Se puede usar fluido tibio (a 23°C o más) para eliminar el calor de adsorción durante el proceso de adsorción. Una ventaja es que la desecación del aire se puede lograr sin la necesidad de una bobina de condensación de temperatura más baja, eliminando así la necesidad de una bomba de calor de ciclo inverso. El calor de bajo grado utilizado durante el ciclo de regeneración puede obtenerse de una fuente renovable, como un colector solar, reduciendo o eliminando la necesidad de energía fósil o nuclear alimentada con energía eléctrica.

[0065] Debería ser evidente que los medios para permitir u forzar una corriente de aire a través de uno o más intercambiadores de calor podrían ser un ventilador o una serie de ventiladores. Debe entenderse además que la velocidad del ventilador puede controlarse dependiendo del modo de funcionamiento del intercambiador de calor. Por ejemplo, un ventilador de 2 velocidades podría usarse para alterar la velocidad del aire entre los ciclos de adsorción y regeneración. Como se muestra en el ejemplo de la Figura 4, el sistema también puede incluir un medio para seleccionar una ruta de aire para el proceso y el aire residual entre ciclos, y el fluido para el ciclo de adsorción puede ser suministrado por un medio de enfriamiento por evaporación aguas abajo del intercambiador de calor. Otro ejemplo de un medio para permitir una corriente de aire a través de los intercambiadores de calor recubiertos con desecante es el equipo de manejo de aire, como un amortiguador que, cuando se abre, permite que una corriente de aire se mueva a través del intercambiador de calor.

[0066] En cualquiera de las reivindicaciones que siguen y en el sumario de la invención, excepto cuando el contexto requiera lo contrario debido al lenguaje expreso o implicación necesaria, la palabra "que comprende" se usa en el sentido de "que incluye", es decir, las características especificadas pueden estar asociadas con características adicionales en diversas realizaciones de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de deshumidificación (10) que incluye:

5 un intercambiador de calor fluido-aire (12) que incluye una superficie externa del lado del aire recubierta con material desecante, en el que durante una adsorción el fluido del ciclo pasa a través del intercambiador de calor a una temperatura que hace que el vapor de agua se elimine de una corriente de aire permitida o forzada a través del intercambiador de calor;

10 un medio (14) para permitir u forzar una corriente de aire a través de dicho intercambiador de calor durante el ciclo de adsorción; y

un medio (12) de calentar el material desecante durante un ciclo de regeneración para hacer que el agua adsorbida se elimine del material desecante mediante vaporización, regenerando así el material desecante a un estado que permita que el material desecante elimine el vapor de agua de una corriente de aire en un ciclo de adsorción posterior;

15 un medio para enfriar (26) el material desecante durante el ciclo de adsorción con el fin de mantener dicha temperatura dentro de un rango suficiente para que el vapor de agua se elimine de la corriente de aire en donde el medio para enfriar el material desecante es el intercambiador de calor fluido-aire en donde el enfriamiento se logra haciendo pasar un fluido de enfriamiento a través del intercambiador de calor fluido-aire;

20 un medio evaporativo que incluye un volumen de fluido (82) en el que un proceso de enfriamiento por evaporación (30) incluye permitir u obligar a un volumen de aire desecado a través de un área superficial (34) del volumen de fluido en el medio evaporativo, por lo que el volumen de el aire hace que la temperatura de dicho fluido baje por evaporación;

25 **caracterizado porque** el volumen de fluido, después de haber reducido su temperatura mediante el proceso de enfriamiento por evaporación en los medios de evaporación, se suministra al intercambiador de calor fluido-aire como fluido de enfriamiento y se usa para enfriar el material desecante durante el ciclo de adsorción.

30 2. El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el medio de calentar el material desecante es el intercambiador de calor fluido-aire en el que el calentamiento se logra haciendo pasar fluido de calentamiento a través del intercambiador de calor fluido-aire.

35 3. El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 2, que incluye además una válvula de 2 vías en una entrada en dicho intercambiador de calor que es operable para cambiar entre el suministro de fluido de calentamiento y enfriamiento al intercambiador de calor.

40 4. El sistema de deshumidificación según la reivindicación 2, en el que el fluido de calentamiento y enfriamiento es fluido de una fuente común calentada o enfriada antes de la entrada en el intercambiador de calor de acuerdo con si el intercambiador de calor está operando un ciclo de adsorción o regeneración.

5. El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el medio de permitir u forzar una corriente de aire es uno o más ventiladores.

45 6. El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el intercambiador de calor fluido-aire tiene la forma de un radiador de aleta que incluye un tubo de flujo de fluido y aletas de enfriamiento de calentamiento asociadas que están recubiertas en dicho material desecante.

50 7. El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el intercambiador de calor fluido-aire y los medios para permitir u forzar una corriente de aire están dispuestos en los conductos utilizados para transportar el aire ambiente a una ubicación.

55 8. El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el intercambiador de calor fluido-aire y los medios para permitir u forzar una corriente de aire forman parte de un módulo que se puede conectar a los conductos utilizados para transportar el aire ambiente a la ubicación.

9. El sistema de deshumidificación según la reivindicación 8, en el que la ubicación es el interior de un edificio.

60 10. El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 7, en el que los medios para permitir u forzar una corriente de aire a través del intercambiador de calor se opera alternativamente en un modo de suministro de aire para permitir o forzar una corriente de aire a la ubicación a través del calor fluido-aire intercambiador, y un modo de retorno de aire para extraer una corriente de aire de la ubicación.

65 11. El sistema de deshumidificación según la reivindicación 10, en el que el aire de retorno se suministra al proceso de enfriamiento por evaporación.

12. El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 7, que incluye además:

un segundo intercambiador de calor fluido-aire que funciona en paralelo a dicho intercambiador de calor fluido-aire, en el que cuando el intercambiador de calor fluido-aire está operando dicho ciclo de adsorción, el segundo fluido-aire el intercambiador de calor está operando dicho ciclo de regeneración, y viceversa, para asegurar un suministro continuo de aire deshumidificado a dicha ubicación;

5 un medio para cambiar el funcionamiento de cada intercambiador de calor entre los ciclos de adsorción y regeneración; y

medios de manejo de aire que prevén que el aire que pasa a través del intercambiador de calor que opera en dicho ciclo de regeneración no se proporciona a la ubicación y el aire que pasa a través del intercambiador de calor que opera en dicho ciclo de adsorción se proporciona a la ubicación.

10 **13.** El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el volumen de fluido se mantiene en un tanque y el volumen de aire se permite o fuerza a través de un área de superficie superior de un cuerpo de fluido en el tanque.

15 **14.** El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el volumen de fluido está en forma de gotas en una torre de enfriamiento y el volumen de aire está permitido o forzado a través de un área de superficie de cada gota.

20 **15.** El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el proceso de enfriamiento por evaporación se usa para enfriar y/o rehumedecer el aire desecado antes de ingresar a una ubicación o proceso adicional.

16. El sistema de deshumidificación de acuerdo con la reivindicación 1, que incluye además:

25 un segundo intercambiador de calor fluido-aire que funciona aguas abajo del proceso, en el que cuando el intercambiador de calor fluido-aire está operando dicho ciclo de adsorción, el segundo intercambiador de calor fluido-aire está operando dicho ciclo de regeneración, y viceversa; un medio para cambiar el funcionamiento de cada intercambiador de calor entre los ciclos de adsorción y regeneración;

30 un medio de cambiar un modo de operación de los medios de permitir u forzar una corriente de aire a través del intercambiador de calor para asegurar el suministro continuo de aire deshumidificado al proceso de tal manera que cuando el intercambiador de calor fluido-aire esté operando un ciclo de adsorción una corriente de el aire es atravesado por el intercambiador de calor fluido-aire para proporcionar aire deshumidificado al proceso mientras el segundo intercambiador de calor fluido-aire está operando un ciclo de regeneración, y cuando el segundo intercambiador de calor fluido-aire está operando dicho ciclo de adsorción una corriente de aire se extrae a través del segundo intercambiador de calor fluido-aire para proporcionar aire deshumidificado al proceso mientras el intercambiador de calor fluido-aire opera un ciclo de regeneración.

35

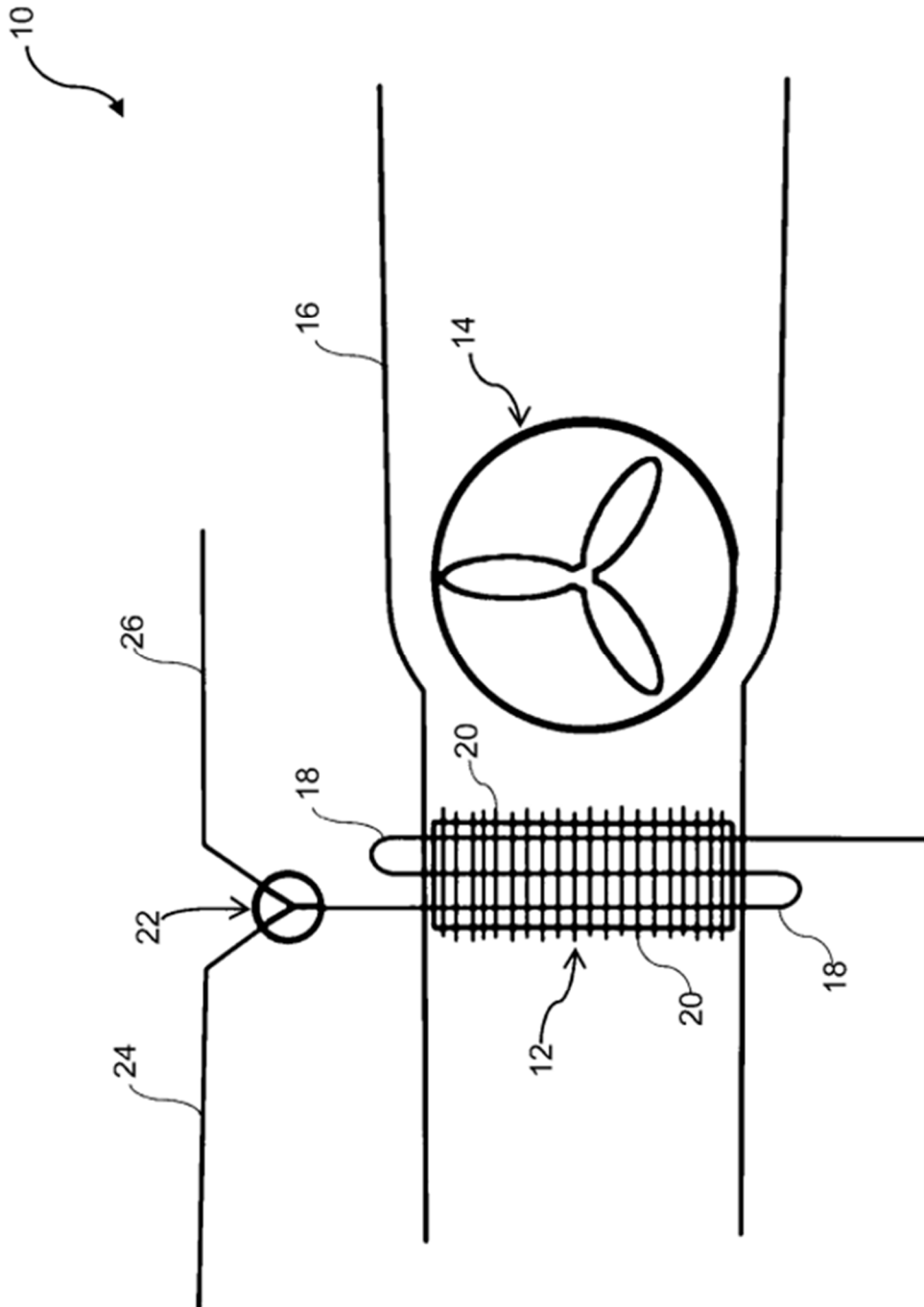


Figure 1

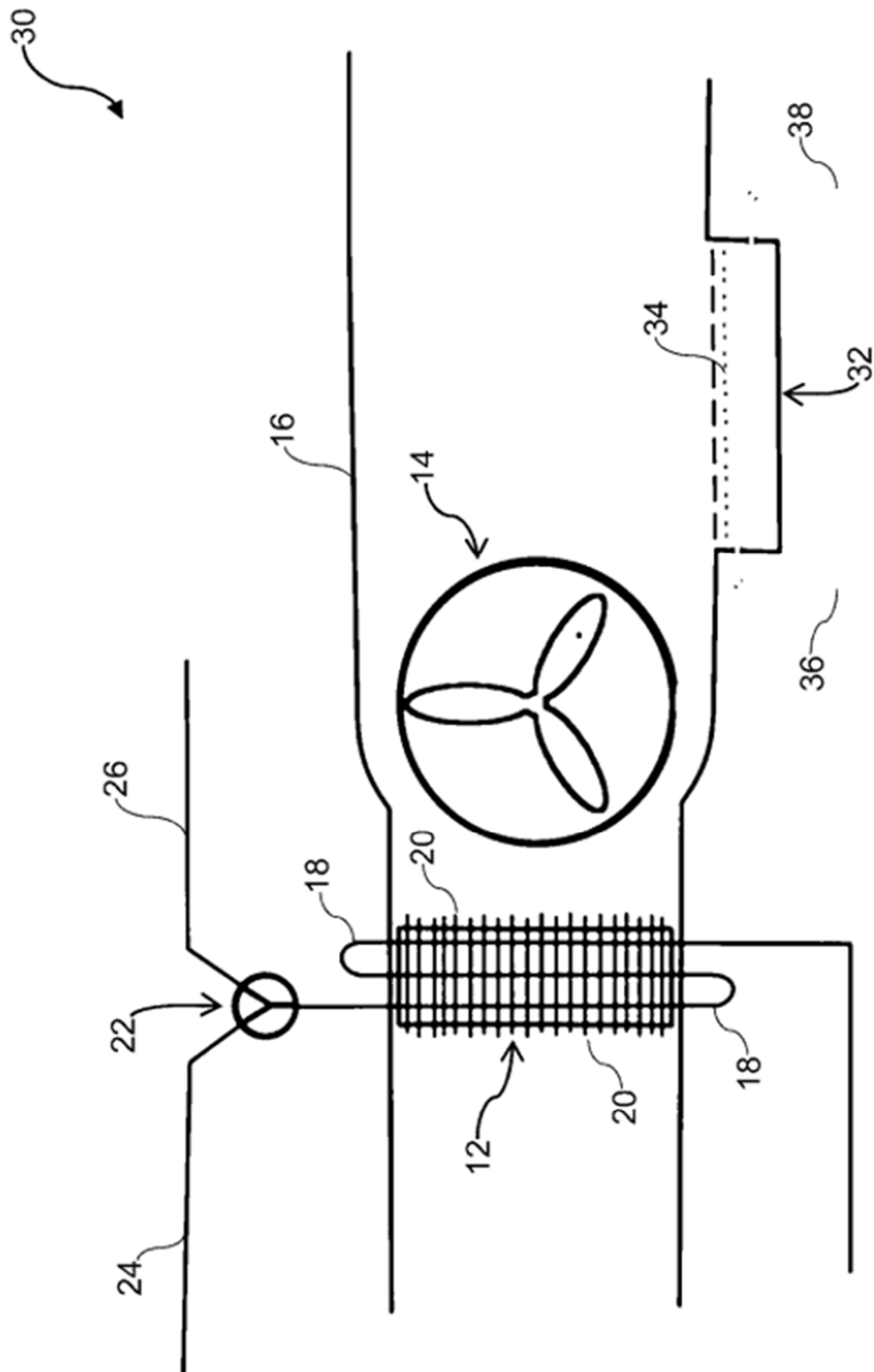


Figure 2

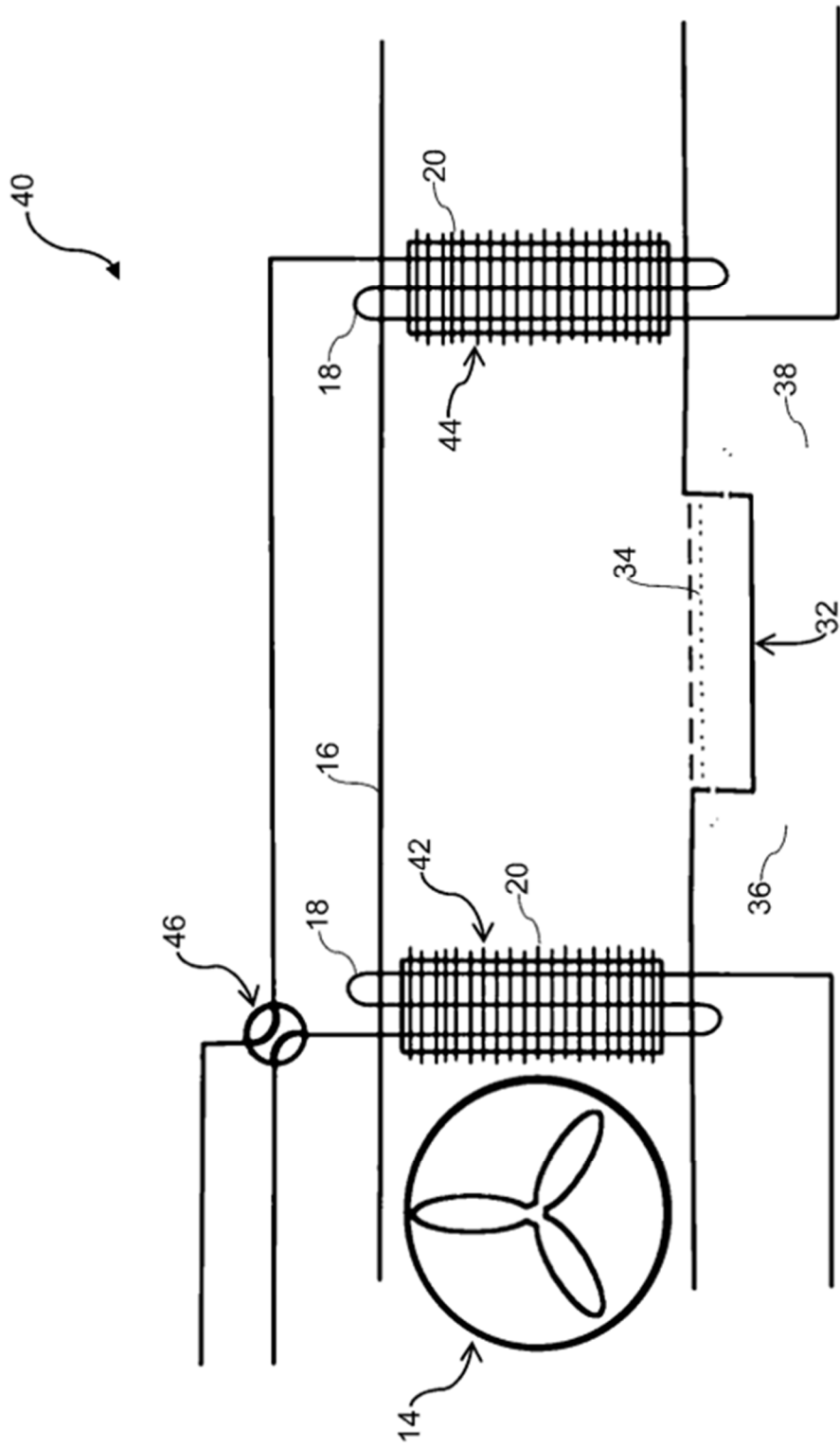


Figura 3

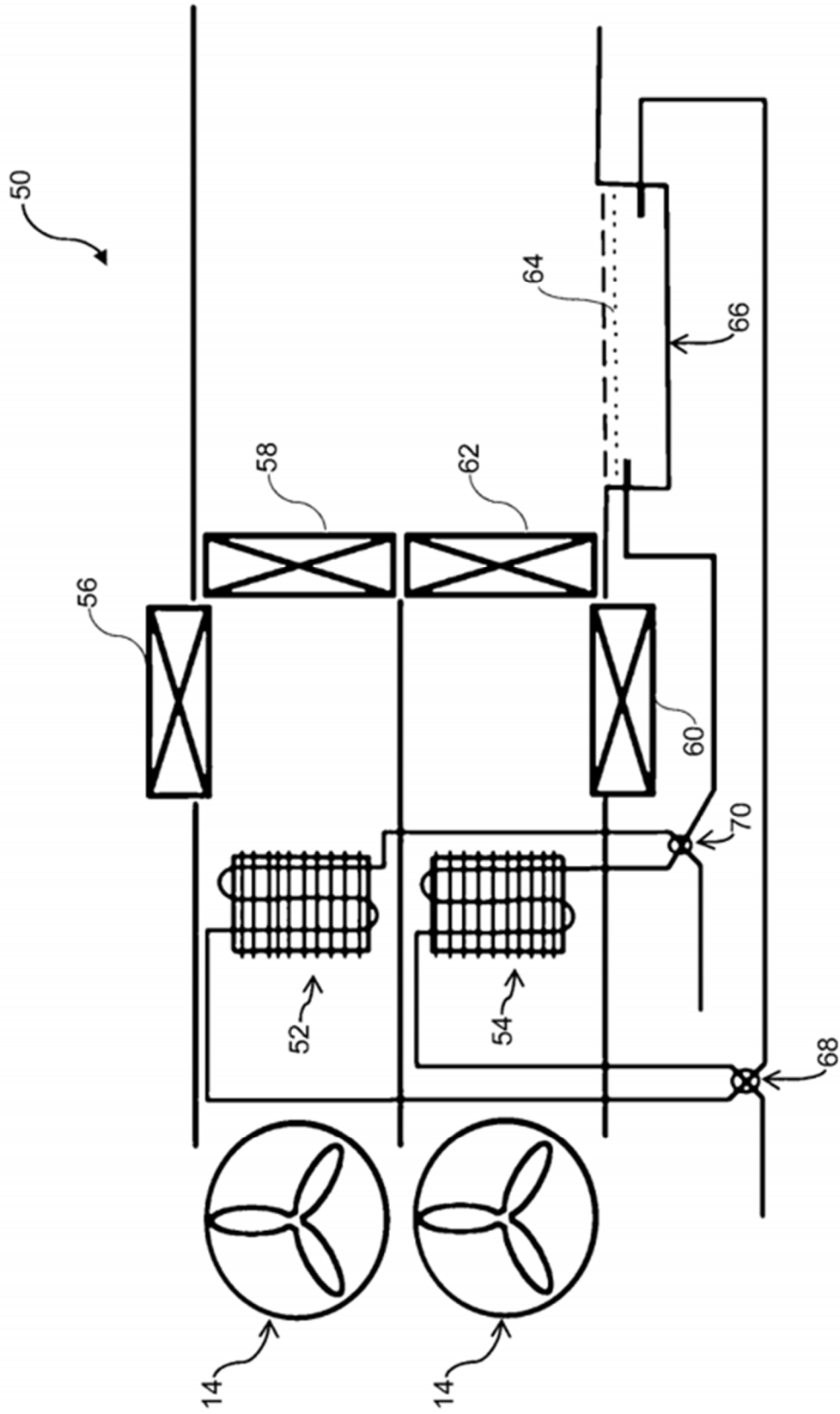


Figura 4

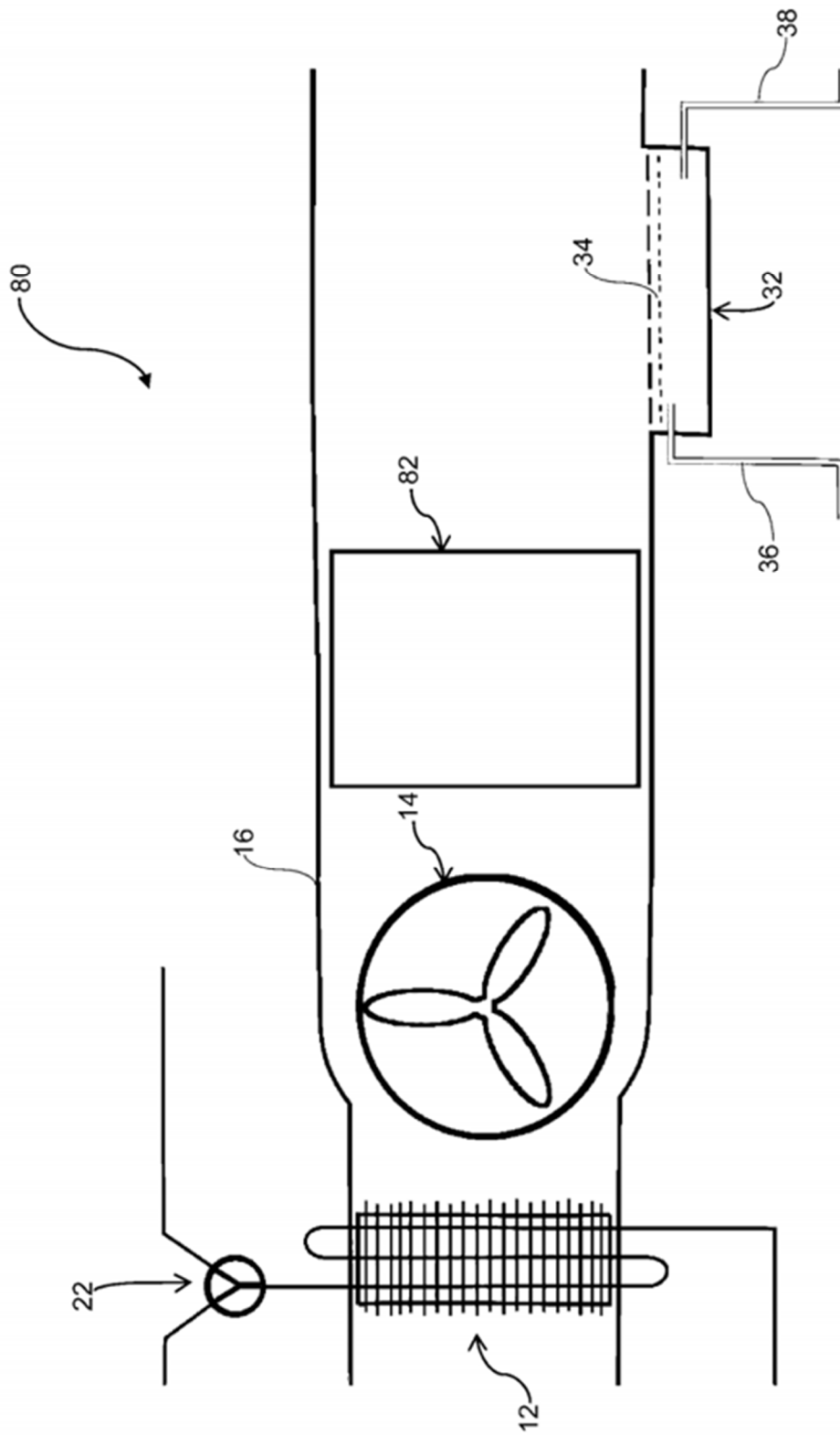


Figura 5