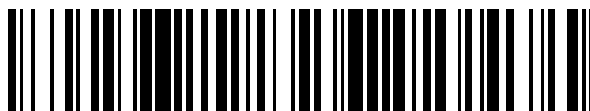


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 585**

51 Int. Cl.:

F25B 29/00 (2006.01)

F25B 30/00 (2006.01)

F24F 3/14 (2006.01)

F24F 1/0007 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2014 PCT/US2014/028184**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014 WO14152905**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014 E 14769878 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 2972009**

54 Título: **Sistema de aire acondicionado con desecante líquido dividido**

30 Prioridad:

14.03.2013 US 201361783176 P

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

20.05.2020

73 Titular/es:

**7AC TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
92-94 Cummings Park
Woburn, MA 01801-2125, US**

72 Inventor/es:

VANDERMEULEN, PETER, F.

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 761 585 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 aire acondicionado con desecante líquido dividido

Antecedentes

5 La presente solicitud se refiere en general al uso de desecantes líquidos para deshumidificar y enfriar, o calentar y humedecer una corriente de aire que ingresa a un espacio. Más específicamente, la solicitud se refiere al reemplazo de unidades de aire acondicionado mini-dividido convencionales con un sistema de aire acondicionado con desecante líquido (con base en membrana) para lograr las mismas capacidades de calefacción y enfriamiento que los aires acondicionados mini-divididos convencionales.

10 Los sistemas de deshumidificación desecante, tanto desecantes líquidos como sólidos, se han utilizado paralelamente a los equipos convencionales de HVAC de compresión de vapor para ayudar a reducir la humedad en los espacios, particularmente en espacios que requieren grandes cantidades de aire exterior o que tienen grandes cargas de humedad dentro del espacio del edificio mismo. (ASHRAE 2012 Handbook of HVAC Systems and Equipment, Capítulo 24, p. 24. 10). Los climas húmedos, tales como por ejemplo Miami, FL, requieren mucha energía para tratar (deshumidificar y enfriar) adecuadamente el aire fresco que se requiere para la comodidad de los ocupantes de un espacio. Los sistemas de deshumidificación desecante, tanto sólidos como líquidos, se han utilizado durante muchos años y generalmente son bastante eficientes para eliminar la humedad de la corriente de aire. Sin embargo, los sistemas desecantes líquidos generalmente usan soluciones salinas concentradas tales como soluciones iónicas de LiCl, LiBr o CaCl₂ y agua. Tales salmueras son fuertemente corrosivas, incluso en pequeñas cantidades, por lo que se han realizado numerosos intentos a lo largo de los años para evitar la transferencia de desecante a la corriente de aire que se va a tratar. En los últimos años, los esfuerzos han comenzado a eliminar el riesgo de transferencia de desecante mediante el uso de membranas microporosas para contener el desecante. Estos sistemas desecantes líquidos con base en membranas se han aplicado principalmente a unidades de techo unitarias para edificios comerciales. Sin embargo, los edificios residenciales y comerciales pequeños a menudo usan aires acondicionados mini-dividido en los que el condensador está ubicado afuera y la bobina de enfriamiento del evaporador está instalada en la habitación o en el espacio que necesita ser enfriado, y las unidades de techo unitarias no son una opción apropiada para dar servicio a esos espacios

Los sistemas desecantes líquidos generalmente tienen dos funciones separadas. El lado de acondicionamiento del sistema proporciona acondicionamiento de aire a las condiciones requeridas, que generalmente se configuran con termostatos o humidistatos. El lado de regeneración del sistema proporciona una función de reacondicionamiento del desecante líquido para que pueda reutilizarse en el lado de acondicionamiento. El desecante líquido generalmente se bombea entre los dos lados, y un sistema de control ayuda a garantizar que el desecante líquido se equilibre adecuadamente entre los dos lados cuando las condiciones lo requieran y que el exceso de calor y humedad se aborde adecuadamente sin conducir a una concentración excesiva o baja concentración del desecante.

35 La especificación de patente US 2012/0125031 divulga un sistema de aire acondicionado con desecante líquido para tratar una corriente de aire que fluye hacia un espacio en un edificio, dicho sistema de aire acondicionado con desecante líquido se puede cambiar entre operar en un modo de operación en clima cálido y un modo de operación en clima frío, el sistema de aire acondicionado con desecante líquido comprende: un acondicionador ubicado dentro del edificio, incluyendo dicho acondicionador una pluralidad de estructuras dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, teniendo cada estructura al menos una superficie a través de la cual puede fluir un desecante líquido, incluyendo también cada estructura un pasaje a través del cual puede fluir un fluido de transferencia de calor, en el que la corriente de aire que se va a tratar fluye entre las estructuras de tal manera que el desecante líquido deshumidifique y enfríe la corriente de aire en el modo de operación en clima cálido y humedezca y caliente la corriente de aire en el modo de operación en clima frío, comprendiendo además el acondicionador una lámina de material colocada próxima a la al menos una superficie de cada estructura entre el desecante líquido y la corriente de aire, permitiendo dicha lámina de material la transferencia de vapor de agua entre el desecante líquido y la corriente de aire; un regenerador conectado al acondicionador por tuberías de desecante líquido para intercambiar desecante líquido con el acondicionador, incluyendo dicho regenerador una pluralidad de estructuras dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, teniendo cada estructura al menos una superficie a través de la cual puede fluir el desecante líquido, incluyendo también cada estructura un paso a través del cual puede fluir un fluido de transferencia de calor, dicho regenerador haciendo que el desecante líquido desorba agua en el modo de operación en clima cálido y absorba agua en el modo de operación en clima frío hacia o desde una corriente de aire que fluye a través del regenerador; una bomba de calor reversible acoplada al acondicionador y al regenerador mediante tuberías de fluido de transferencia de calor, en donde la bomba de calor bombea calor del fluido de transferencia de calor que fluye en el acondicionador al fluido de transferencia de calor que fluye en el regenerador en el modo de operación en clima cálido, y en donde la bomba de calor bombea calor desde el fluido de transferencia de calor que fluye en el regenerador al fluido de transferencia de calor que fluye en el acondicionador en el modo de operación en clima frío; un aparato para mover la corriente de aire a través del acondicionador; y un aparato para hacer circular el desecante líquido a través del acondicionador y regenerador.

60 En muchos edificios más pequeños, una pequeña bobina del evaporador se cuelga en lo alto de una pared o se cubre con una pintura como, por ejemplo, el marco LG LAN126HNP Art Cool Picture. Se instala un condensador en el exterior

y las líneas de refrigerante de alta presión conectan los dos componentes. Además, se instala una línea de drenaje para el condensado para eliminar la humedad que se condensa en la bobina del evaporador hacia el exterior. Un sistema desecante líquido puede reducir significativamente el consumo de electricidad y puede ser más fácil de instalar sin la necesidad de líneas de refrigerante de alta presión que deban instalarse en el sitio.

5 Los sistemas mini-divididos típicamente toman 100% de aire de la habitación a través de la bobina del evaporador y el aire fresco solo llega a la habitación a través de la ventilación y la infiltración de otras fuentes. Esto a menudo puede dar como resultado una humedad alta y temperaturas frías en el espacio ya que la bobina del evaporador no es muy eficiente para eliminar la humedad. Por el contrario, la bobina del evaporador es más adecuada para un enfriamiento sensible. En los días en que solo se requiere una pequeña cantidad de enfriamiento, el edificio puede alcanzar niveles
10 inaceptables de humedad ya que no hay suficiente calor natural disponible para equilibrar la gran cantidad de enfriamiento sensible.

Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de proporcionar un sistema de enfriamiento adaptable para edificios pequeños con altas cargas de humedad, en el que el enfriamiento y la deshumidificación del aire interior se puedan realizar a bajos costes de capital y energía.

15 Resumen breve

La invención se refiere a un sistema de aire acondicionado con desecante líquido dividido como se define en la reivindicación 1 adjunta. Las realizaciones preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones 2 a 9 adjuntas.

Aquí se proporcionan métodos y sistemas utilizados para el enfriamiento y la deshumidificación eficientes de una corriente de aire, especialmente en pequeños edificios comerciales o residenciales que utilizan un sistema de aire
20 acondicionado con desecante líquido mini-dividido. De acuerdo con una o más realizaciones, el desecante líquido fluye por la cara de una placa de soporte como una película descendente. De acuerdo con una o más realizaciones, el desecante está contenido por una membrana microporosa y la corriente de aire se dirige en una orientación principalmente vertical sobre la superficie de la membrana y por lo que el calor latente y sensible se absorbe de la corriente de aire en el desecante líquido. De acuerdo con una o más realizaciones, la placa de soporte se llena con un fluido de transferencia de calor que idealmente fluye en una dirección contraria a la corriente de aire. De acuerdo con una o más realizaciones, el sistema comprende un acondicionador que elimina el calor latente y sensible a través del desecante líquido en el fluido de transferencia de calor y un regenerador que rechaza el calor latente y sensible del fluido de transferencia de calor al medio ambiente. De acuerdo con una o más realizaciones, el fluido de transferencia de calor en el acondicionador se enfría mediante un compresor refrigerante o una fuente externa de fluido de transferencia de calor frío. De acuerdo con una o más realizaciones, el regenerador se calienta mediante un compresor refrigerante o una fuente externa de fluido de transferencia de calor caliente. De acuerdo con una o más realizaciones, el compresor de refrigerante es reversible para proporcionar fluido de transferencia de calor calentado al acondicionador y fluido de transferencia de calor frío al regenerador y el aire acondicionado se calienta y humedece y el aire regenerado se enfría y deshumidifica. De acuerdo con una o más realizaciones, el acondicionador está
35 montado contra una pared en un espacio y el regenerador está montado fuera del edificio. De acuerdo con una o más realizaciones, el regenerador suministra desecante líquido al acondicionador a través de un intercambiador de calor. En una o más realizaciones, el intercambiador de calor comprende dos líneas desecantes que están unidas juntas para proporcionar un contacto térmico. En una o más realizaciones, el acondicionador recibe 100% de aire ambiente. En una o más realizaciones, el regenerador recibe 100% de aire exterior. En una o más realizaciones, el acondicionador y el evaporador están montados detrás de un televisor de pantalla plana o monitor de pantalla plana o algún dispositivo similar.

De acuerdo con una o más realizaciones, un sistema de membrana desecante líquido emplea un evaporador indirecto para generar un fluido de transferencia de calor frío en el que el fluido de transferencia de calor frío se usa para enfriar un acondicionador desecante líquido. Además, en una o más realizaciones, el evaporador indirecto recibe una porción de la corriente de aire que fue previamente tratada por el acondicionador. De acuerdo con una o más realizaciones, la corriente de aire entre el acondicionador y el evaporador indirecto es ajustable a través de algunos medios convenientes, por ejemplo, a través de un conjunto de rejillas ajustables o a través de un ventilador con velocidad de ventilador ajustable. En una o más realizaciones, el agua suministrada al evaporador indirecto es agua potable. En una o más realizaciones, el agua es agua de mar. En una o más realizaciones, el agua es agua residual. En una o más realizaciones, el evaporador indirecto usa una membrana para evitar el arrastre de elementos no deseables del agua de mar o aguas residuales. En una o más realizaciones, el agua en el evaporador indirecto no se recicla de regreso a la parte superior del evaporador indirecto, tal como ocurriría en una torre de enfriamiento, sino que entre el 20% y el 80% del agua se evapora y el resto se desecha. En una o más realizaciones, el evaporador indirecto está montado directamente detrás o directamente al lado del acondicionador. En una o más realizaciones, el acondicionador y el evaporador están montados detrás de un televisor de pantalla plana o monitor de pantalla plana o algún dispositivo similar. En una o más realizaciones, el aire de escape del evaporador indirecto se extrae del espacio del edificio. En una o más realizaciones, el desecante líquido se bombea a un regenerador montado fuera del espacio a través de un intercambiador de calor. En una o más realizaciones, el intercambiador de calor comprende dos líneas que están unidas térmicamente para proporcionar una función de intercambio de calor. En una o más realizaciones, el regenerador recibe calor de una fuente de calor. En una o más realizaciones, la fuente de calor es una fuente de calor solar. En una o más realizaciones, la fuente de calor es un calentador de agua a gas. En una o más realizaciones,

5 la fuente de calor es una tubería de vapor. En una o más realizaciones, la fuente de calor es calor residual de un proceso industrial o alguna otra fuente de calor conveniente. En una o más realizaciones, la fuente de calor puede cambiarse para proporcionar calor al acondicionador para la operación de calefacción en invierno. En una o más realizaciones, la fuente de calor también proporciona calor al evaporador indirecto. En una o más realizaciones, el evaporador indirecto puede dirigirse para proporcionar aire cálido húmedo al espacio en lugar de expulsar el aire al exterior.

10 De acuerdo con una o más realizaciones, el evaporador indirecto se usa para proporcionar aire calentado y humidificado a una corriente de suministro de aire a un espacio, mientras que un acondicionador se usa simultáneamente para proporcionar aire caliente y humidificado al mismo espacio. Esto permite que el sistema proporcione aire caliente y humidificado a un espacio en condiciones invernales. El acondicionador se calienta y desorbe el vapor de agua de un desecante, y el evaporador indirecto también se puede calentar y desorbe el vapor de agua del agua líquida. En combinación, el evaporador indirecto y el acondicionador proporcionan aire humidificado calentado al espacio del edificio para las condiciones de calefacción en invierno.

Breve descripción de las figuras

15 La figura 1 ilustra un ejemplo de sistema de aire acondicionado con desecante líquido de 3 vías que utiliza un enfriador o fuentes externas de calefacción o refrigeración.

La figura 2 muestra un módulo de membrana de ejemplo configurable de forma flexible que incorpora placas desecantes líquidas de 3 vías.

20 La figura 3 ilustra una placa de membrana única de ejemplo en el módulo de membrana desecante líquida de la figura 2.

La figura 4 muestra un esquema de un sistema de aire acondicionado mini-dividido convencional.

La figura 5A muestra un esquema de un sistema de aire acondicionado desecante mini-dividido asistido por enfriador de ejemplo en un modo de enfriamiento de verano de acuerdo con una o más realizaciones.

25 La figura 5B muestra un esquema de un sistema de aire acondicionado desecante mini-dividido asistido por enfriador de ejemplo en un modo de calefacción invernal de acuerdo con una o más realizaciones.

La figura 6 muestra una realización alternativa de un sistema de aire acondicionado con desecante líquido mini dividido que usa un enfriador evaporativo indirecto y una fuente de calor externa de acuerdo con una o más realizaciones.

30 La figura 7 muestra el sistema mini-dividido desecante líquido de la figura 6 configurado para funcionar en un modo de calefacción de invierno de acuerdo con una o más realizaciones.

La figura 8 es una vista en perspectiva de un sistema mini-dividido desecante líquido de ejemplo similar a la figura 5A.

La figura 9A ilustra una vista posterior recortada del sistema de la figura 8.

La figura 9B ilustra una vista frontal cortada del sistema de la figura 8.

35 La figura 10 muestra una vista tridimensional de un sistema mini-dividido desecante líquido de la figura 6 de acuerdo con una o más realizaciones.

La figura 11 muestra una vista en corte del sistema de la figura 10 de acuerdo con una o más realizaciones.

La figura 12 ilustra una estructura de ejemplo de suministro y retorno de desecante líquido que comprende dos tubos de plástico unidos que crean un efecto de intercambio de calor de acuerdo con una o más realizaciones.

Descripción detallada

40 La figura 1 representa un nuevo tipo de sistema desecante líquido como se describe con más detalle en la publicación de solicitud de patente No. US 2012/0125020. Un acondicionador 101 comprende un conjunto de estructuras de placa que son internamente huecas. Se genera un fluido de transferencia de calor frío en la fuente 107 fría y se introduce en las placas. La solución desecante líquida en 114 se lleva a la superficie externa de las placas y baja por la superficie externa de cada una de las placas. El desecante líquido corre detrás de una membrana delgada que se encuentra
45 entre el flujo de aire y la superficie de las placas. El aire 103 exterior ahora sopla a través del conjunto de placas onduladas. El desecante líquido en la superficie de las placas atrae el vapor de agua en el flujo de aire y el agua de enfriamiento dentro de las placas ayuda a inhibir el aumento de la temperatura del aire. El aire 104 tratado se pone en un espacio del edificio.

50 El desecante líquido se recoge en el fondo de las placas onduladas en 111 y se transporta a través de un intercambiador 113 de calor a la parte superior del regenerador 102 hasta el punto 115 donde el desecante líquido se

distribuye a través de las placas onduladas del regenerador. El aire de retorno u opcionalmente el aire 105 exterior se sopla a través de la placa del regenerador y el vapor de agua se transporta desde el desecante líquido hacia la corriente 106 de aire de salida. Una fuente 108 de calor opcional proporciona la fuerza impulsora para la regeneración. El fluido 110 de transferencia caliente de la fuente de calor se puede poner dentro de las placas onduladas del regenerador de forma similar al fluido de transferencia de calor frío en el acondicionador. Nuevamente, el desecante líquido se recoge en el fondo de las placas 102 onduladas sin la necesidad de una bandeja colectora o baño para que también en el regenerador el flujo de aire pueda ser horizontal o vertical. Se puede usar una bomba 116 de calor opcional para proporcionar enfriamiento y calefacción del desecante líquido. También es posible conectar una bomba de calor entre la fuente 107 fría y la fuente 108 caliente, la cual bombea calor de los fluidos refrigerantes en lugar del desecante.

La figura 2 describe un intercambiador de calor de 3 vías como se describe con más detalle en la solicitud de patente U.S. Nos. 13/915,199 presentada el 11 de junio de 2013, 13/915,222 presentada el 11 de junio de 2013 y 13/915,262 presentada el 11 de junio de 2013. Un desecante líquido ingresa a la estructura a través de los puertos 304 y se dirige detrás de una serie de membranas como se describe en la figura 1. El desecante líquido se recoge y se elimina a través de los puertos 305. Se proporciona un fluido de enfriamiento o calefacción a través de los puertos 306 y corre contra la corriente 301 de aire dentro de las estructuras de placa hueca, nuevamente como se describe en la figura 1 y con más detalle en la figura 3. Los fluidos de enfriamiento o calefacción salen a través de los puertos 307. El aire 302 tratado se dirige a un espacio en un edificio o se descarga según sea el caso.

La figura 3 describe un intercambiador de calor de 3 vías como se describe con más detalle en las solicitudes de patentes provisionales U.S. No. de serie 61/771,340 presentadas el 1 de marzo de 2013. La corriente 251 de aire fluye en contra de una corriente 254 de fluido refrigerante. Las membranas 252 contienen un desecante 253 líquido que está cayendo a lo largo de la pared 255 que contiene un fluido 254 de transferencia de calor. El vapor 256 de agua arrastrado en la corriente de aire puede hacer la transición de la membrana 252 y se absorbe en el desecante 253 líquido. El calor de condensación del agua 258 que se libera durante la absorción se conduce a través de la pared 255 al fluido 254 de transferencia de calor. El calor 257 sensible de la corriente de aire también se conduce a través de la membrana 252, el desecante 253 líquido y la pared 255 al fluido 254 de transferencia de calor.

La figura 4 ilustra un diagrama esquemático de un sistema de aire acondicionado mini-dividido convencional que se instala con frecuencia en edificios. La unidad comprende un conjunto de componentes interiores que generan aire frío y deshumidificado y un conjunto de componentes exteriores que liberan calor al ambiente. Los componentes interiores comprenden una bobina 401 de enfriamiento (evaporador) a través de la cual un ventilador 407 sopla el aire 408 de la habitación. La bobina de enfriamiento enfría el aire y condensa el vapor de agua en la bobina que se recoge en la bandeja 418 de drenaje y se canaliza hacia el exterior 419. El aire 409 más frío y seco resultante circula en el espacio y proporciona comodidad a los ocupantes. La bobina 401 de enfriamiento recibe refrigerante líquido a presiones típicamente de 50-200 psi a través de la línea 412, que ya se ha expandido a una temperatura y presión bajas por la válvula 406 de expansión. La presión del refrigerante en la línea 412 es típicamente de 300-600 psi. El refrigerante 410 líquido frío ingresa a la bobina 401 de enfriamiento donde recoge el calor de la corriente 408 de aire. El calor de la corriente de aire evapora el refrigerante líquido en la bobina y el gas resultante se transporta a través de la línea 404 a los componentes exteriores y más específicamente al compresor 402 donde se vuelve a comprimir a una presión alta de típicamente 300-600 psi. En algunos casos, el sistema puede tener múltiples bobinas 410 de enfriamiento, ventiladores 407 y válvulas 406 de expansión, por ejemplo, un ensamblaje de bobinas de enfriamiento podría ubicarse en varias habitaciones que necesitan ser enfriadas.

Además del compresor 402, los componentes exteriores comprenden una bobina 403 del condensador y un ventilador 417 del condensador. El ventilador 417 sopla aire 415 exterior a través de la bobina 403 del condensador donde recoge el calor del compresor 402 que es rechazado por la corriente 416 de aire. El compresor 402 crea refrigerante comprimido caliente en la línea 411. El calor de compresión se rechaza en la bobina 403 del condensador. En algunos casos, el sistema puede tener múltiples compresores o múltiples bobinas de condensador y ventiladores. Los componentes primarios que consumen energía eléctrica son el compresor a través de la línea 413 eléctrica, el motor eléctrico del ventilador del condensador a través de la línea 414 de suministro y el motor del ventilador del evaporador a través de la línea 405. En general, el compresor utiliza cerca del 80% de la electricidad requerida para operar el sistema con los ventiladores del condensador y del evaporador que toman aproximadamente el 10% de la electricidad cada uno.

La figura 5A ilustra una representación esquemática de un sistema de aire acondicionado con desecante líquido. Un acondicionador 503 de 3 vías (que es similar al acondicionador 101 de la figura 1) recibe una corriente 501 de aire desde una habitación ("RA"). El ventilador 502 mueve el aire 501 a través del acondicionador 503 en el que el aire se enfría y deshumidifica. El aire 504 seco, frío resultante ("SA") se suministra a la habitación para la comodidad de los ocupantes. El acondicionador 503 de 3 vías recibe un desecante 527 concentrado de la manera explicada en las figuras 1-3. Es preferible utilizar una membrana en el acondicionador 503 de 3 vías para garantizar que el desecante esté de manera general completamente contenido y no pueda distribuirse en la corriente 504 de aire. El desecante 528 diluido, que contiene el vapor de agua capturado, se transporta al exterior del regenerador 522. Además, el agua 509 enfriada es provista por la bomba 508, ingresa al módulo 503 acondicionador donde recoge el calor del aire y el calor latente liberado por la captura de vapor de agua en el desecante 527. El agua 506 más caliente es también llevada afuera al mejor intercambiador 507 en el sistema 530 de enfriador. Vale la pena señalar que a diferencia del sistema mini-dividido de la figura 4, que tiene alta presión entre 50 y 600 psi, las líneas entre el sistema interior y

exterior de la figura 5A son todas las líneas de desecante líquido y de agua a baja presión. Esto permite que las líneas sean plásticas de bajo coste en lugar de las líneas refrigerantes en la figura 4, que típicamente son de cobre y deben ser estofadas para soportar las altas presiones de refrigerante. También vale la pena señalar que el sistema de la figura 5A no requiere una línea de drenaje de condensado como la línea 419 en la figura 4. Más bien, cualquier humedad que se condensa en el desecante se elimina como parte del propio desecante. Esto también elimina los problemas con el crecimiento de moho en el agua estancada que pueden ocurrir en los sistemas convencionales de mini-división de la figura 4.

El desecante 528 líquido sale del acondicionador 503 y se mueve a través del intercambiador 526 de calor opcional al regenerador 522 mediante la bomba 525. Si las líneas 527 y 528 desecantes son relativamente largas, pueden conectarse térmicamente entre sí, lo cual elimina la necesidad del intercambiador 526 de calor.

El sistema 530 de enfriamiento comprende un intercambiador 507 de calor del evaporador de agua a refrigerante que enfría el fluido 506 refrigerante circulante. El refrigerante 517 líquido, frío se evapora en el intercambiador 507 de calor absorbiendo así la energía térmica del fluido 506 refrigerante. El refrigerante 510 gaseoso ahora se vuelve a comprimir por el compresor 511. El compresor 511 expulsa el gas 513 refrigerante caliente, que se licua en el intercambiador 515 de calor del condensador. El refrigerante 514 líquido luego ingresa a la válvula 516 de expansión, donde se enfría rápidamente y sale a una presión más baja. Vale la pena señalar que el sistema 530 de enfriamiento puede hacerse muy compacto ya que las líneas de alta presión con refrigerante (510, 513, 514 y 517) solo tienen que recorrer distancias muy cortas. Además, dado que todo el sistema de refrigerante se encuentra fuera del espacio que se va a acondicionar, es posible utilizar refrigerantes que normalmente no se pueden usar en ambientes interiores tal como, por ejemplo, CO₂, amoníaco y propano. A veces, estos refrigerantes son preferibles a los refrigerantes R410A, R407A, R134A o R1234YF de uso común, pero no son deseables en interiores debido a la inflamabilidad, asfixia o riesgos de inhalación. Al mantener todos los refrigerantes afuera, estos riesgos se eliminan esencialmente. El intercambiador 515 de calor del condensador ahora libera calor a otro circuito 519 de fluido de enfriamiento que lleva el fluido 518 de transferencia de calor caliente al regenerador 522. La bomba 520 de circulación devuelve el fluido de transferencia de calor al condensador 515. El regenerador 522 de 3 vías recibe así un desecante 528 líquido diluido y fluido 518 de transferencia de calor caliente. Un ventilador 524 lleva el aire 523 exterior ("OA") a través del regenerador 522. El aire exterior recoge el calor y la humedad del fluido 518 de transferencia de calor y el desecante 528 que da como resultado aire de escape húmedo caliente ("EA") 521.

El compresor 511 recibe potencia 512 eléctrica y típicamente representa el 80% del consumo de potencia eléctrica del sistema. El ventilador 502 y el ventilador 524 también reciben potencia 505 y 529 eléctrica respectivamente y representan la mayor parte del consumo de potencia restante. Las bombas 508, 520 y 525 tienen un consumo de potencia relativamente bajo. El compresor 511 funcionará más eficientemente que el compresor 402 en la figura 4 por varias razones: el evaporador 507 en la figura 5A operará típicamente a una temperatura más alta que el evaporador 401 en la figura 4 porque el desecante líquido condensará agua a temperaturas mucho más altas sin necesidad de alcanzar niveles de saturación en la corriente de aire. Además, el condensador 515 en la figura 5A funcionará a temperaturas más bajas que el condensador 403 en la figura 4 debido a la evaporación que se produce en el regenerador 522 que efectivamente mantiene el condensador 515 más frío. Como resultado, el sistema de la figura 5A usará menos electricidad que el sistema de la figura 4 para eficiencias isentrópicas de compresores similares.

La figura 5B muestra esencialmente el mismo sistema que la figura 5A, excepto que la dirección del refrigerante del compresor 511 se ha invertido como lo indican las flechas en las líneas 514 y 510 de refrigerante. La inversión de la dirección del flujo de refrigerante se puede lograr mediante una válvula de inversión de 4 vías (no mostrada) u otros medios convenientes. También es posible en lugar de invertir el flujo de refrigerante para dirigir el fluido 518 de transferencia de calor caliente al acondicionador 503 y el fluido 506 de transferencia de calor frío al regenerador 522. Esto en efecto proporcionará calor al acondicionador que ahora creará aire 504 caliente, húmedo para el espacio de operación en modo invierno. En efecto, el sistema ahora funciona como una bomba de calor, bombeando calor del aire 523 exterior al aire 504 de suministro espacial. Sin embargo, a diferencia del sistema de la figura 4, que a menudo también es reversible, existe un riesgo mucho menor de congelación de la bobina porque el desecante 525 generalmente tiene un límite de cristalización mucho más bajo que el vapor de agua. En el sistema de la figura 4, la corriente 523 de aire contiene vapor de agua y si la bobina 403 del condensador se enfría demasiado, esta humedad se condensará en las superficies y creará formación de hielo en esas superficies. La misma humedad en el regenerador de la figura 5B se condensará en el desecante líquido que, cuando se maneja adecuadamente, no se cristalizará hasta -60°C para algunos desecantes tal como LiCl y agua.

La figura 6 ilustra una realización alternativa de un sistema desecante líquido mini-dividido. Similar a la figura 5A, un acondicionador 503 desecante líquido de 3 vías recibe una corriente 501 de aire ("RA") movida por el ventilador 502 a través del acondicionador 503, sin embargo, a diferencia del caso de la figura 5A, una porción 601 de la corriente 504 de aire de suministro ("SA") se dirige hacia un módulo 602 de enfriamiento por evaporación indirecta a través de conjuntos de rejillas 610 y 611. La corriente 601 de aire es usualmente entre 0 y 40% del flujo de la corriente 504 de aire. La corriente 601 de aire seco ahora se dirige a través del módulo 602 de enfriamiento por evaporación indirecta de 3 vías que está construido de manera similar al módulo 503 acondicionador de 3 vías, excepto que en lugar de usar un desecante detrás de una membrana, el módulo ahora tiene una película de agua. detrás de dicha membrana suministrada por la fuente 607 de agua. Esta película de agua puede ser agua potable, agua no potable, agua de mar o aguas residuales o cualquier otra sustancia conveniente que contenga agua que sea principalmente agua. La

película de agua se evapora en la corriente 601 de aire seco creando un efecto de enfriamiento en el fluido 604 de transferencia de calor que luego circula al módulo acondicionador como fluido 605 de transferencia de calor frío por la bomba 603. El agua 605 fría luego enfría el módulo 503 acondicionador, que, a su vez, crea un aire 504 más frío seco, lo que resulta en un efecto de enfriamiento aún más fuerte en el módulo 602 de evaporación indirecta. Como resultado, el aire 504 de suministro será finalmente seco y frío y se suministrará al espacio para la comodidad de los ocupantes. El módulo 503 acondicionador también recibe un desecante 527 líquido concentrado que absorbe la humedad de la corriente 501 de aire. Luego, el desecante 528 líquido diluido se devuelve al regenerador 522 similar a la figura 5A. Por supuesto, es posible ubicar el enfriador 602 evaporativo indirecto fuera del espacio en lugar de dentro, pero por razones térmicas probablemente sea mejor montar el evaporador 602 indirecto cerca del acondicionador 503. El módulo 602 de enfriamiento por evaporación indirecta no evapora toda el agua (típicamente del 50 al 80%) y, por lo tanto, se emplea un drenaje 608. La corriente 606 de aire de escape ("EA1") del módulo 602 de enfriamiento por evaporación del módulo se lleva al exterior ya que es cálida y muy húmeda.

Como en la figura 5A, el desecante 527 líquido concentrado y el desecante 528 líquido diluido pasan a través de un intercambiador 526 de calor por la bomba 525. Como antes, uno puede conectar térmicamente las líneas 527 y 528, lo que elimina la necesidad del intercambiador 526 de calor. El regenerador 522 de 3 vías como antes recibe una corriente 523 de aire exterior a través del ventilador 524. Y como antes, se aplica un fluido 518 de transferencia de calor caliente al módulo 522 regenerador de 3 vías mediante la bomba 520. Sin embargo, a diferencia del sistema de la figura 5A, no hay calor de un compresor para usar en el regenerador 522, por lo que debe proporcionarse una fuente 609 de calor externa. Esta fuente de calor puede ser un calentador de agua a gas, un módulo solar, un módulo híbrido solar térmico/fotovoltaico (un módulo PVT), puede ser calor de un circuito de vapor u otra fuente conveniente de calor o agua caliente. Para evitar la sobreconcentración del desecante 528, se puede emplear un depósito 614 de calor suplementario que puede absorber temporalmente el calor de la fuente 609 de calor. Entonces, también se necesitan un ventilador 613 adicional y una corriente 612 de aire. Por supuesto, se pueden idear otras formas de descargas de calor y no siempre se requieren. La fuente 609 de calor asegura que el exceso de agua se evapore del desecante 528 para que pueda reutilizarse en el acondicionador 503. Como resultado, la corriente 521 de escape ("EA2") comprende aire caliente, húmedo. Vale la pena señalar que nuevamente no se necesitan líneas de alta presión entre los componentes interiores y exteriores del sistema. Se necesita una única línea de agua para el suministro de agua y una línea de drenaje para eliminar el exceso de agua. Sin embargo, un compresor y un intercambiador de calor ya no son necesarios en esta realización. Como resultado, este sistema usará significativamente menos electricidad que el sistema de la figura 4 y el sistema de la figura 5A. El mayor consumo de electricidad ahora son los ventiladores 502 y 524 a través de las líneas 505 y 529 de suministro eléctrico respectivamente y las bombas 603, 520 y 525 de líquido. Sin embargo, estos dispositivos consumen considerablemente menos potencia que el compresor 402 en la figura 4.

La figura 7 ilustra el sistema de la figura 6 reconfigurado ligeramente para permitir la operación en modo de calefacción en invierno. La fuente 609 de calor ahora proporciona fluido de transferencia de calor caliente al módulo 503 acondicionador a través de las líneas 701. Como resultado, el suministro de aire al espacio 504 será cálido y húmedo. También es posible proporcionar fluido 703 de transferencia de calor caliente al enfriador 602 evaporativo indirecto y dirigir el aire 702 de escape caliente, húmedo al espacio en lugar de al exterior. Esto aumenta la capacidad de calefacción y humidificación disponible del sistema, ya que tanto el acondicionador 503 como el "enfriador" 602 evaporativo indirecto (o "calentador" puede ser un mejor apelativo) están operando para proporcionar el mismo aire húmedo caliente y esto puede ser útil ya que la capacidad de calefacción en invierno generalmente debe ser mayor que la capacidad de refrigeración en verano.

La figura 8 muestra una realización del sistema de la figura 5A. La entrada 801 permite que el aire del espacio 805 entre en la unidad 503 de acondicionador (no se muestra). El suministro de aire sale del registro 803 hacia el espacio. Se puede usar un televisor 802 de pantalla plana o una pintura, un monitor o cualquier otro dispositivo adecuado para ocultar visualmente el acondicionador 503. Una pared 804 externa sería un lugar lógico para montar el sistema de acondicionador. Se puede montar un sistema 807 regenerador y enfriador en una ubicación 806 exterior conveniente. Las líneas 809 de suministro y retorno de desecante y las líneas 808 de suministro y retorno de fluido de transferencia de calor frío conectan los dos lados del sistema.

La figura 9A muestra una vista en corte del lado trasero del sistema en la figura 8. El módulo 522 regenerador recibe desecante líquido de las líneas 809. También se muestra un compresor 511, una válvula 516 de expansión y dos intercambiadores 507 y 515 de calor de refrigerante a líquido. No se han mostrado otros componentes por conveniencia.

La figura 9B muestra una vista en corte del lado frontal del sistema en la figura 8. El televisor 802 de pantalla plana se ha omitido para permitir una vista del módulo 503 de acondicionador.

La figura 10 muestra un aspecto de una realización del sistema de la figura 6. El sistema tiene una entrada 801 de aire y un registro 803 de suministro similar al sistema de la figura 8. Como en la figura 8, se puede usar un TV 802 o algo similar para cubrir el módulo 503 acondicionador. La unidad se puede montar en la pared 804 y proporcionar acondicionamiento del espacio 805. El sistema también tiene un escape 606 que penetra la pared 804. En el exterior 806, el módulo 902 regenerador proporciona desecante líquido concentrado a la sección de acondicionador (no mostrada) a través de las líneas 809 de suministro y retorno de desecante. También se muestra una línea 901 de suministro de agua. Una fuente de fluido de transferencia de calor caliente puede ser el módulo 903 PVT solar que

proporciona agua caliente a través de la línea 905 que, después de enfriarse a través del regenerador, devuelve el fluido de transferencia de calor al módulo 903 PVT a través de la línea 904. Un tanque 906 de almacenamiento de agua caliente integrado puede proporcionar tanto un tampón de agua caliente como un balasto para el módulo 903 PVT.

- 5 La figura 11 muestra una vista en corte del sistema de la figura 10. El módulo 503 de acondicionador se puede ver claramente al igual que el módulo 602 de evaporador indirecto. Dentro del módulo 902 de regenerador se puede ver el módulo 522 regenerador, así como el depósito 614 de calor opcional y el ventilador 612.

- 10 La figura 12 ilustra una estructura 809 para el suministro y retorno del desecante líquido a la unidad de acondicionamiento interior. La estructura comprende un material polimérico tal como, por ejemplo, un material extruido de polipropileno de alta densidad o polietileno de alta densidad que comprende dos pasajes 1201 y 1202 para el suministro y retorno de desecante, respectivamente. La pared 1203 entre los dos pasajes podría fabricarse a partir de un polímero térmicamente conductor, pero en muchos casos eso puede no ser necesario porque la longitud de la estructura 809 es suficiente por sí misma para proporcionar una capacidad de intercambio de calor adecuada entre los líquidos de suministro y de retorno.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de aire acondicionado con desecante líquido dividido para tratar una corriente de aire que fluye hacia un espacio en un edificio, dicho sistema de aire acondicionado con desecante líquido dividido se puede cambiar entre operar en un modo de operación en clima cálido y un modo de operación en clima frío, el sistema de aire acondicionado desecante líquido dividido que comprende:
- 10 un acondicionador ubicado dentro del edificio, dicho acondicionador que incluye una pluralidad de estructuras dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, cada estructura tiene al menos una superficie a través de la cual puede fluir un desecante líquido, cada estructura también incluye un pasaje a través del cual puede fluir un fluido de transferencia de calor, en donde la corriente de aire a tratar fluye entre las estructuras de manera que el desecante líquido deshumidifica y enfría la corriente de aire en el modo de operación en clima cálido y humedece y calienta la corriente de aire en el modo de operación en clima frío, el acondicionador además comprende una lámina de material colocado próximo a la al menos una superficie de cada estructura entre el desecante líquido y la corriente de aire, dicha lámina de material permite la transferencia de vapor de agua entre el desecante líquido y la corriente de aire;
- 15 un regenerador ubicado fuera del edificio conectado al acondicionador por tuberías de desecante líquido para intercambiar desecante líquido con el acondicionador, dicho regenerador incluye una pluralidad de estructuras dispuestas en una orientación sustancialmente vertical, cada estructura tiene al menos una superficie a través de la cual puede fluir el desecante líquido, cada estructura también incluye un pasaje a través del cual puede fluir un fluido de transferencia de calor, dicho regenerador provoca que el desecante líquido desorbe agua en el modo de operación en clima cálido y absorba agua en el modo de operación en clima frío hacia o desde una corriente de aire que fluye a través del regenerador;
- 20 una bomba de calor reversible ubicada fuera del edificio acoplada al acondicionador y al regenerador mediante tuberías de fluido de transferencia de calor, en donde la bomba de calor bombea calor desde el fluido de transferencia de calor que fluye en el acondicionador al fluido de transferencia de calor que fluye en el regenerador en el modo de operación en clima cálido, y en donde la bomba de calor bombea calor desde el fluido de transferencia de calor que fluye en el regenerador al fluido de transferencia de calor que fluye en el acondicionador en el modo de operación en clima frío;
- 25 un aparato para mover la corriente de aire a través del acondicionador;
- un aparato para hacer circular el desecante líquido a través del acondicionador y regenerador; y
- 30 un aparato para hacer circular el fluido de transferencia de calor a través del acondicionador y la bomba de calor reversible; y
- un aparato para hacer circular el fluido de transferencia de calor a través del regenerador y la bomba de calor reversible.
- 35 2. El sistema de la reivindicación 1, en donde la bomba de calor reversible comprende un intercambiador de calor del evaporador refrigerante.
- 40 3. El sistema de la reivindicación 1, en donde las tuberías de desecante líquido comprenden una primera tubería para transferir el desecante líquido desde el acondicionador al regenerador y una segunda tubería para transferir el desecante líquido desde el regenerador al acondicionador, en donde la primera y segunda tubería están en contacto térmico cercano para facilitar la transferencia de calor desde el desecante líquido que fluye en una de las tuberías primera y segunda al desecante líquido que fluye en la otra de las tuberías primera y segunda.
4. El sistema de la reivindicación 3, en donde las tuberías primera y segunda comprenden una estructura formada integralmente.
5. El sistema de la reivindicación 4, en donde la estructura formada integralmente comprende un material polimérico.
- 45 6. El sistema de la reivindicación 5, en donde al menos una pared de la estructura entre las tuberías primera y segunda comprende un polímero térmicamente conductor.
7. El sistema de la reivindicación 1, en donde el acondicionador está montado en una pared dentro del edificio.
8. El sistema de la reivindicación 1, en donde el acondicionador tiene una configuración generalmente plana adaptada para ocultarse detrás de una pantalla de ordenador, televisión o pintura.
- 50 9. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además uno o más acondicionadores adicionales en el edificio, cada uno acoplado al regenerador y la bomba de calor.

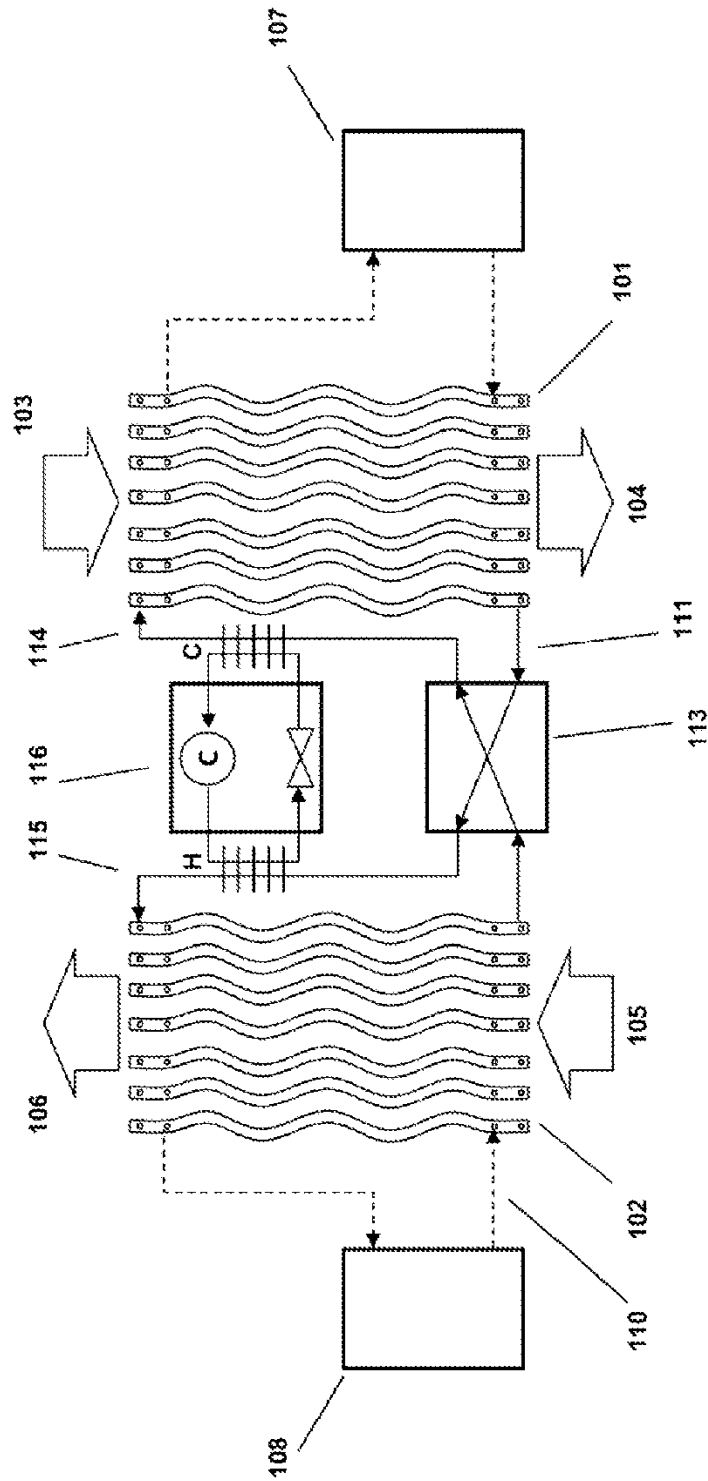


FIG. 1

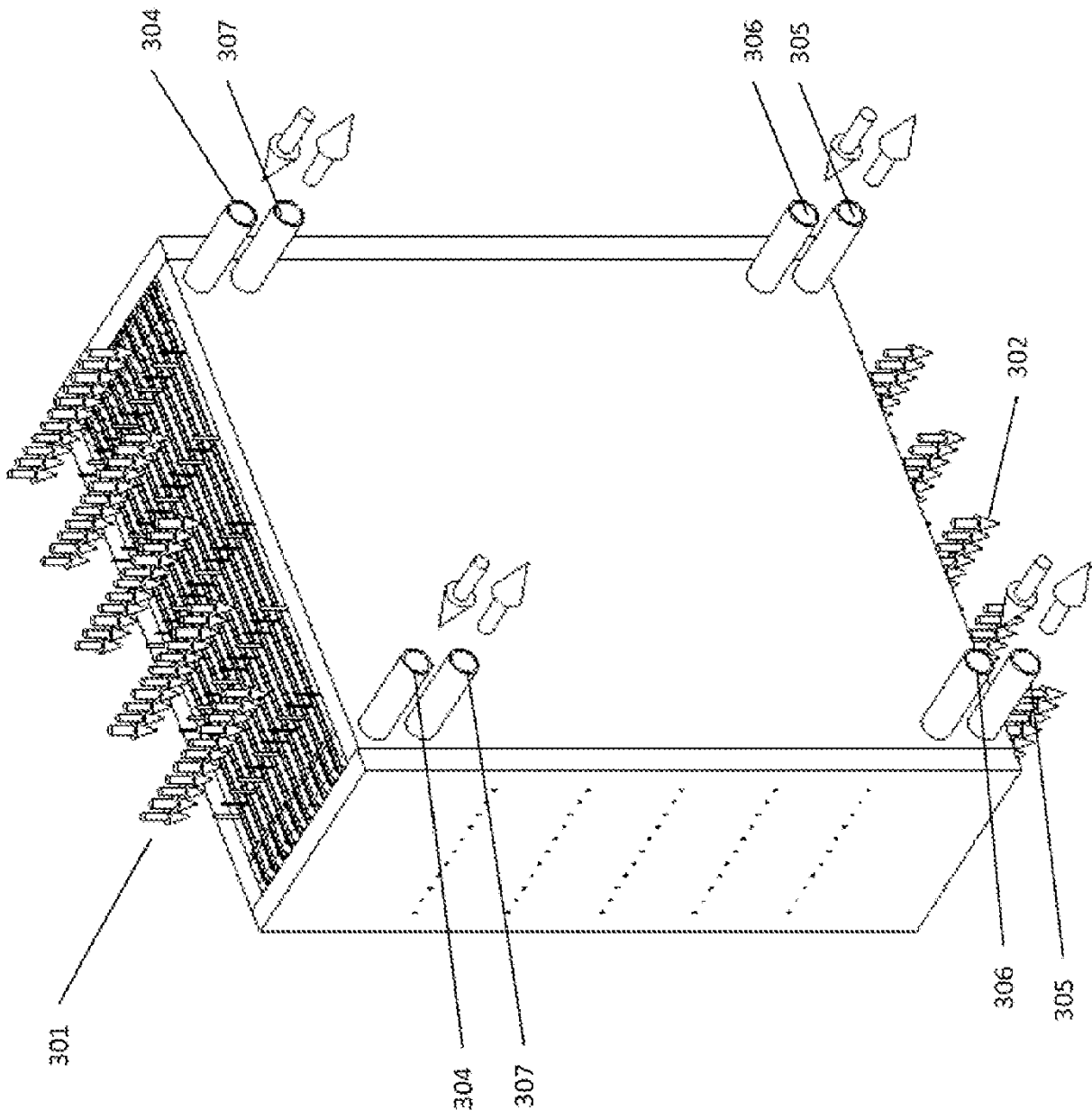


FIG. 2

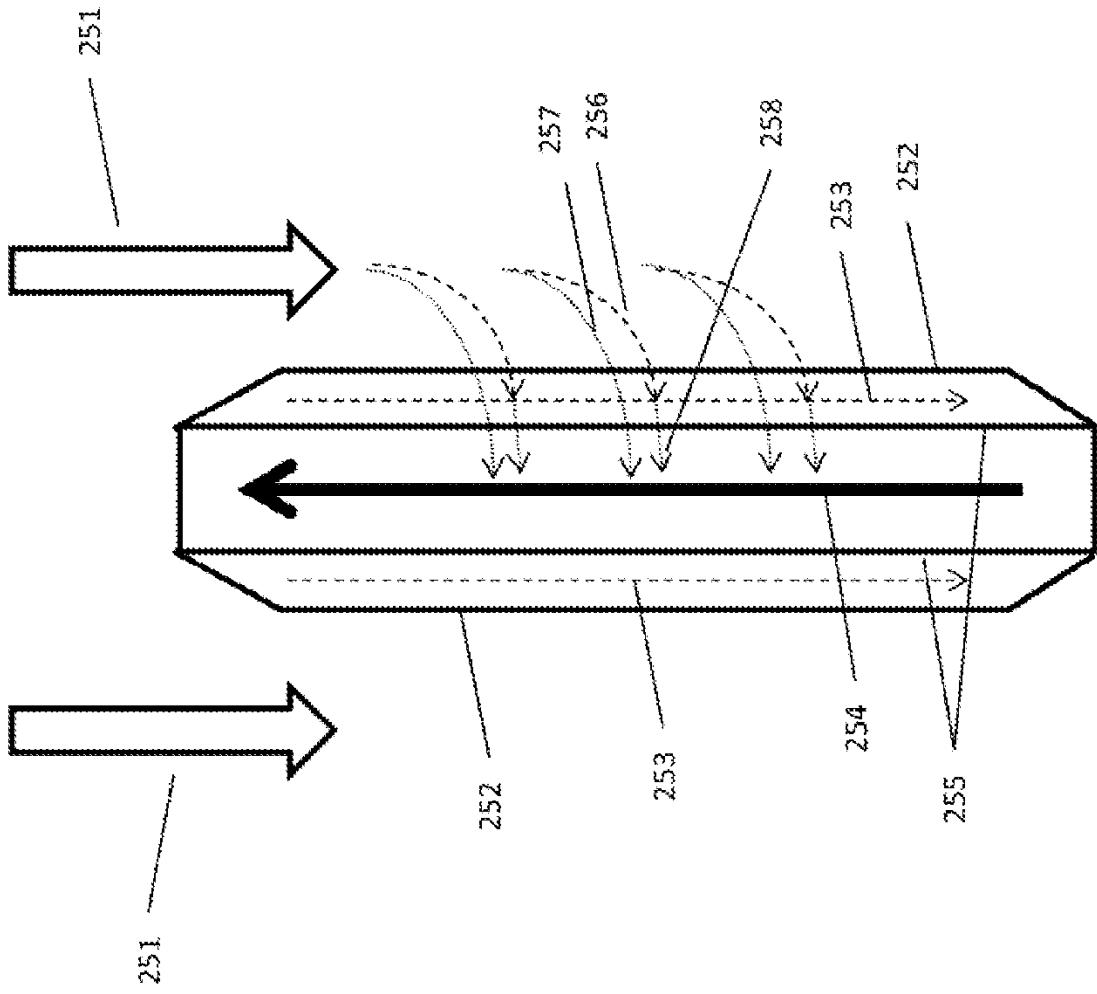


FIG. 3

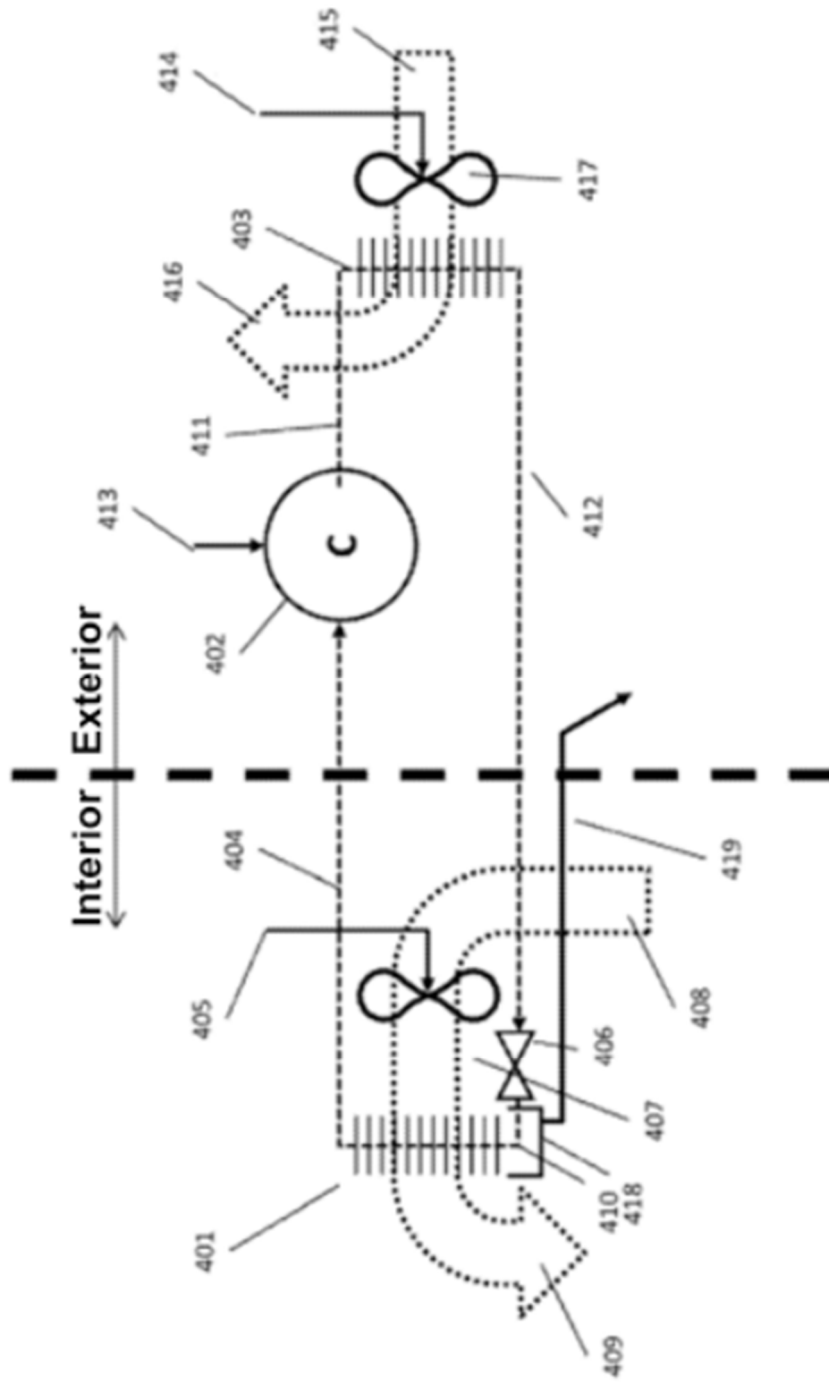


FIG. 4

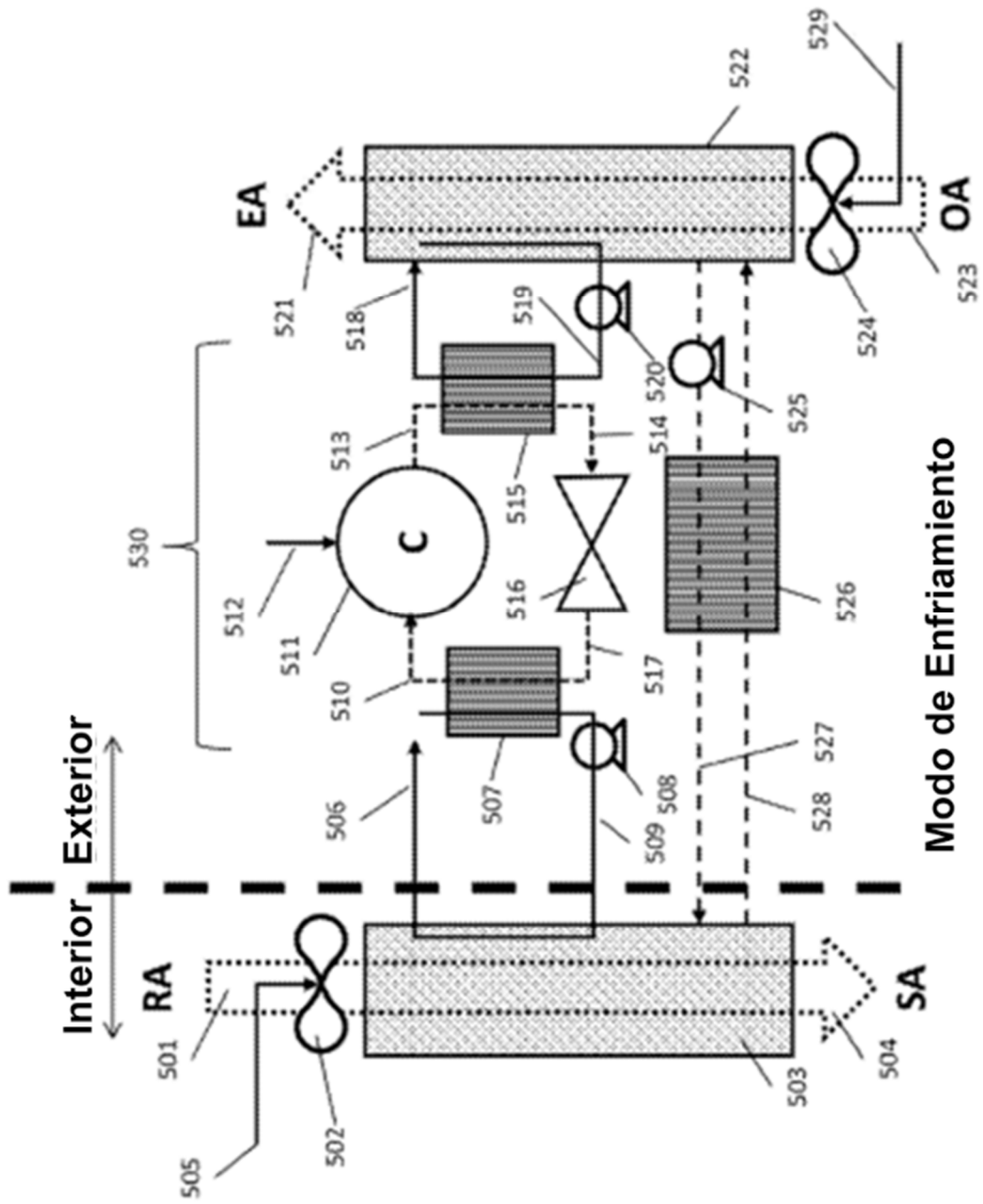
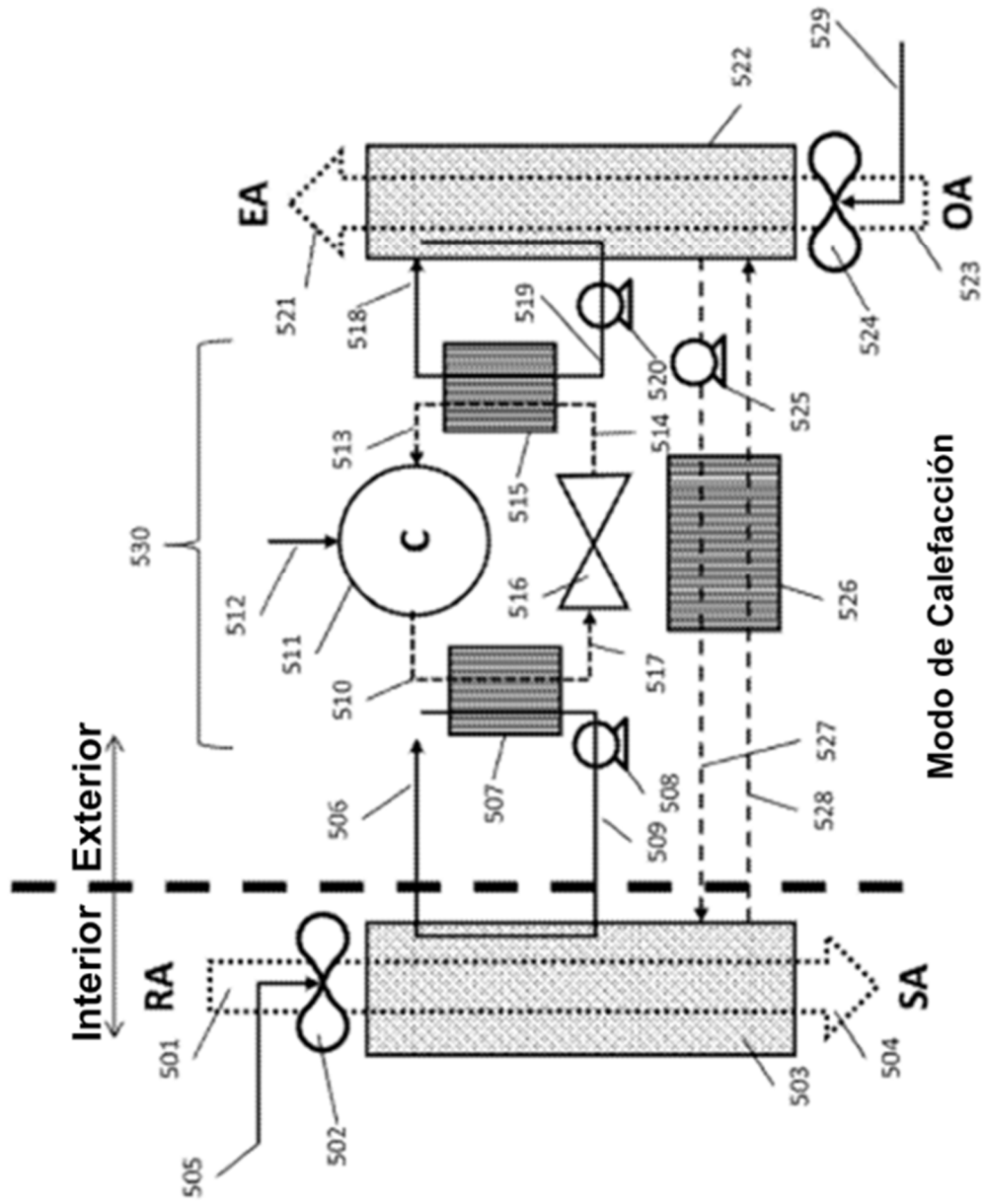
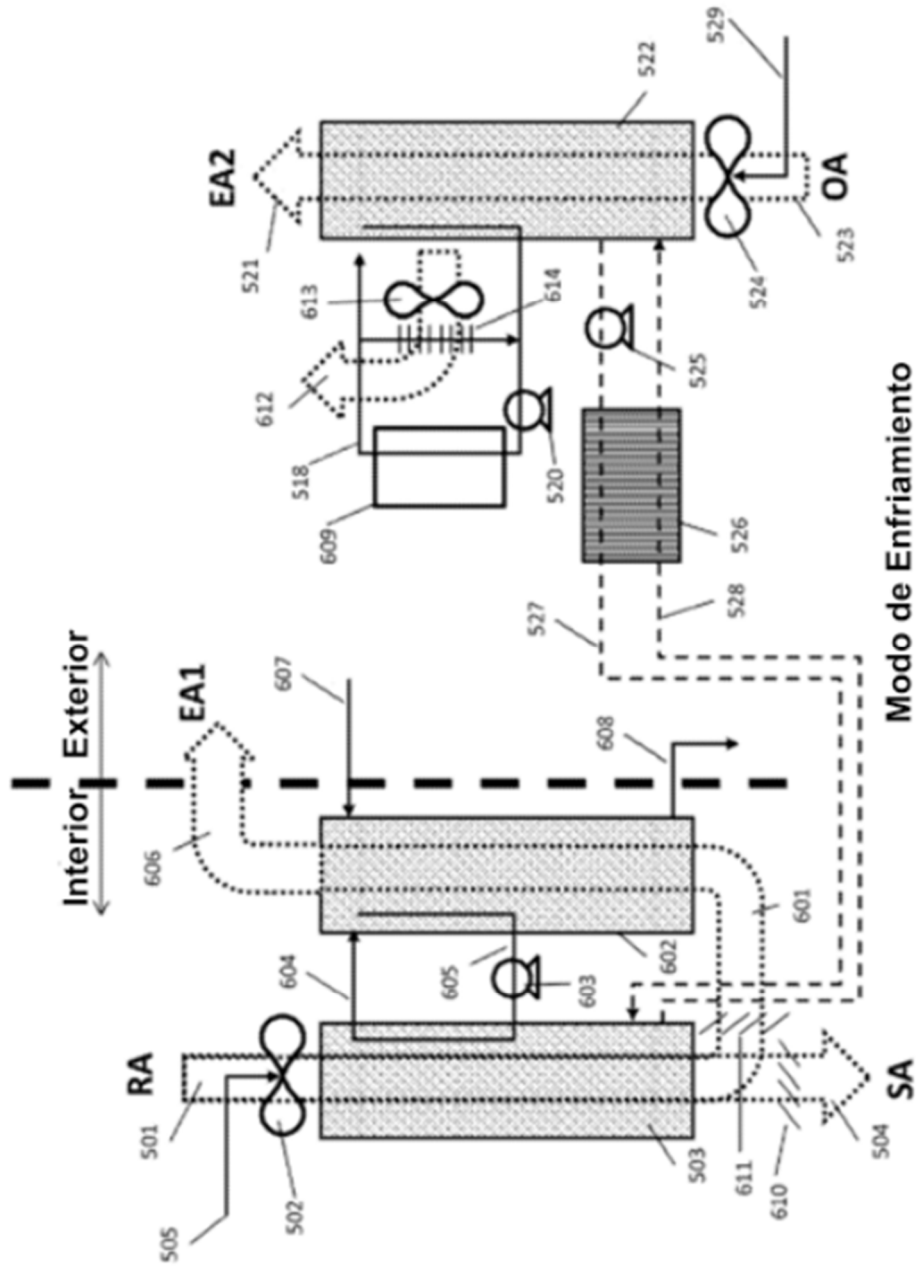


FIG. 5A

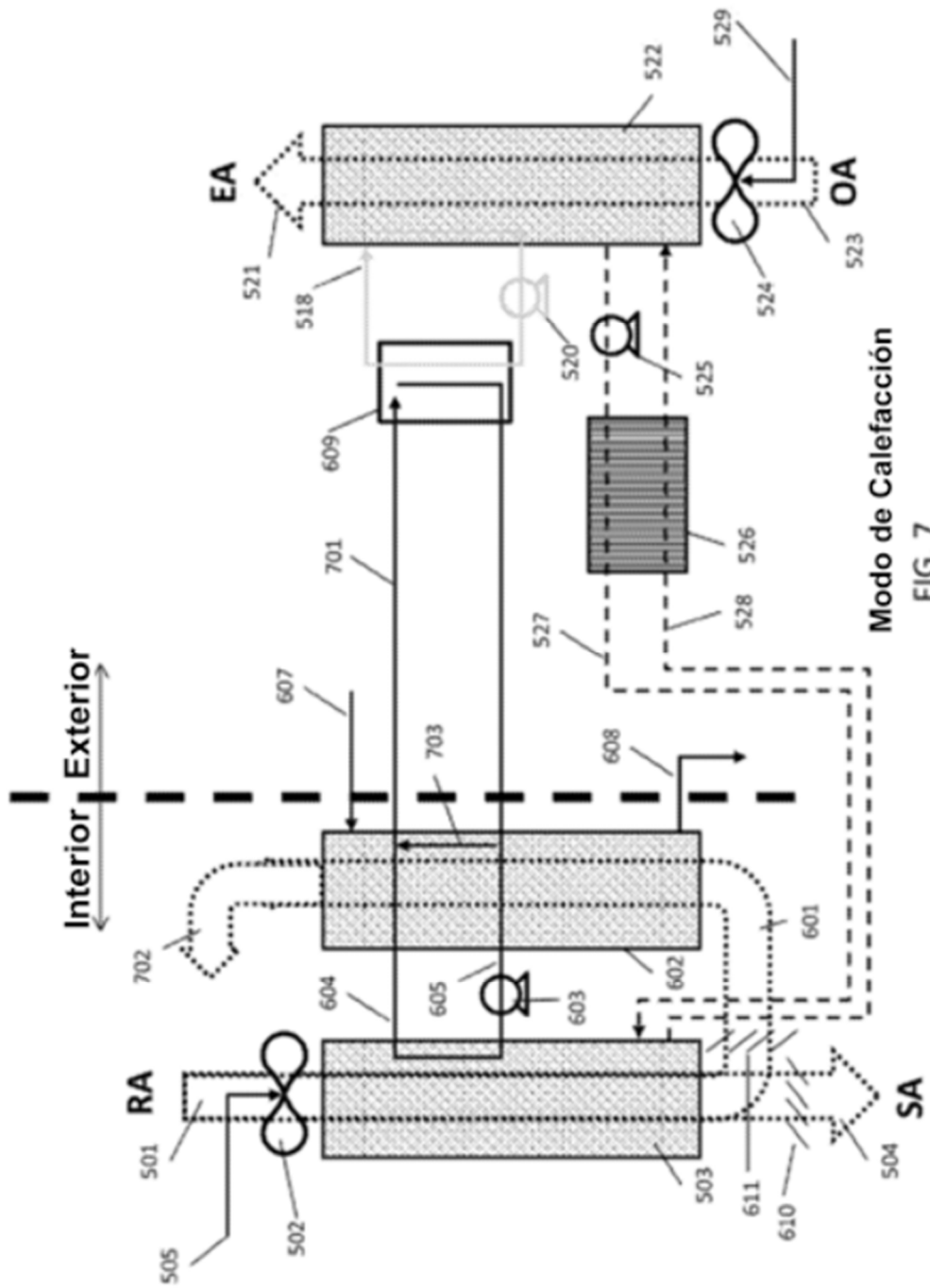


Modo de Calefacción

FIG. 5B



Modo de Enfriamiento
FIG. 6



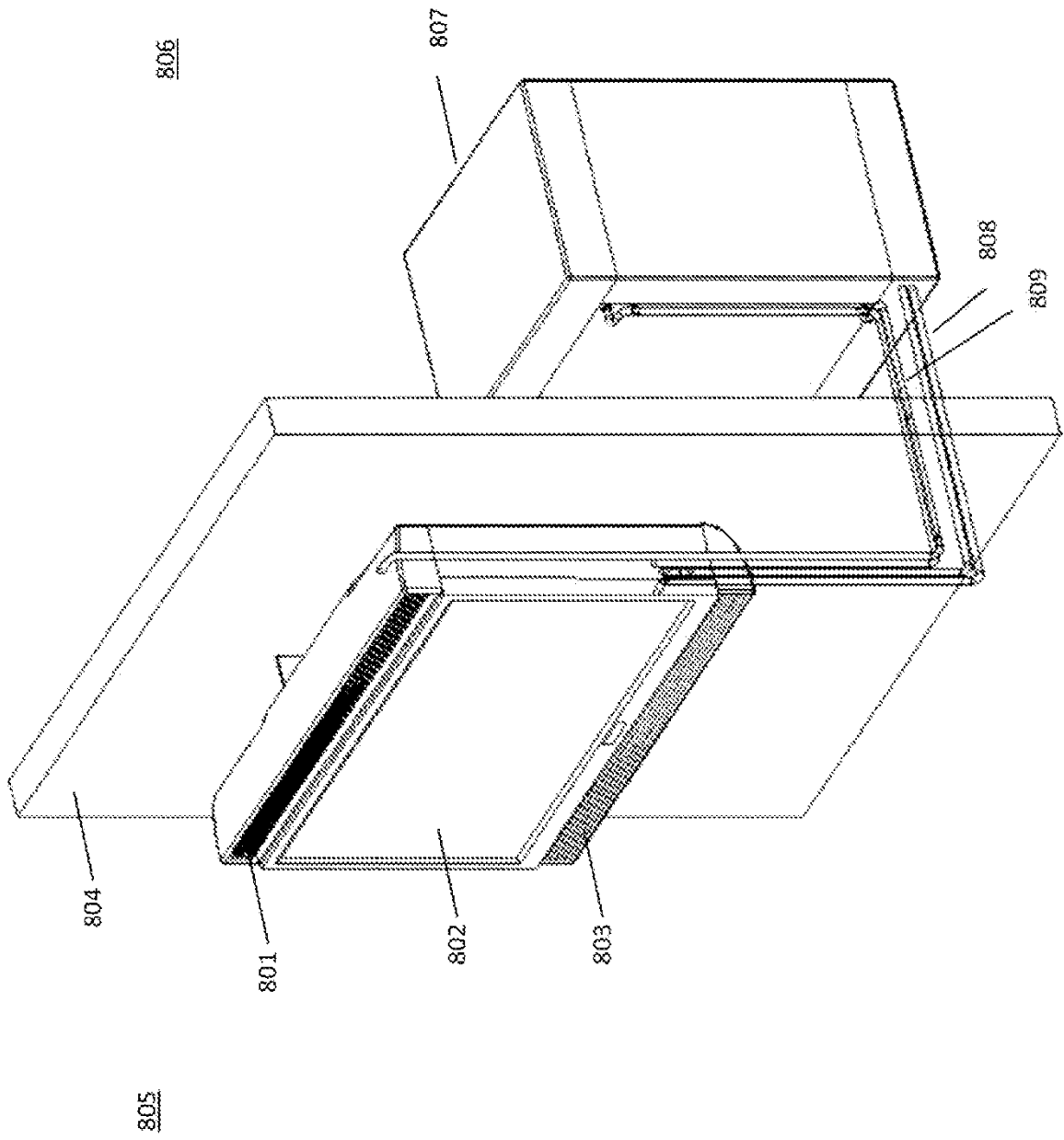
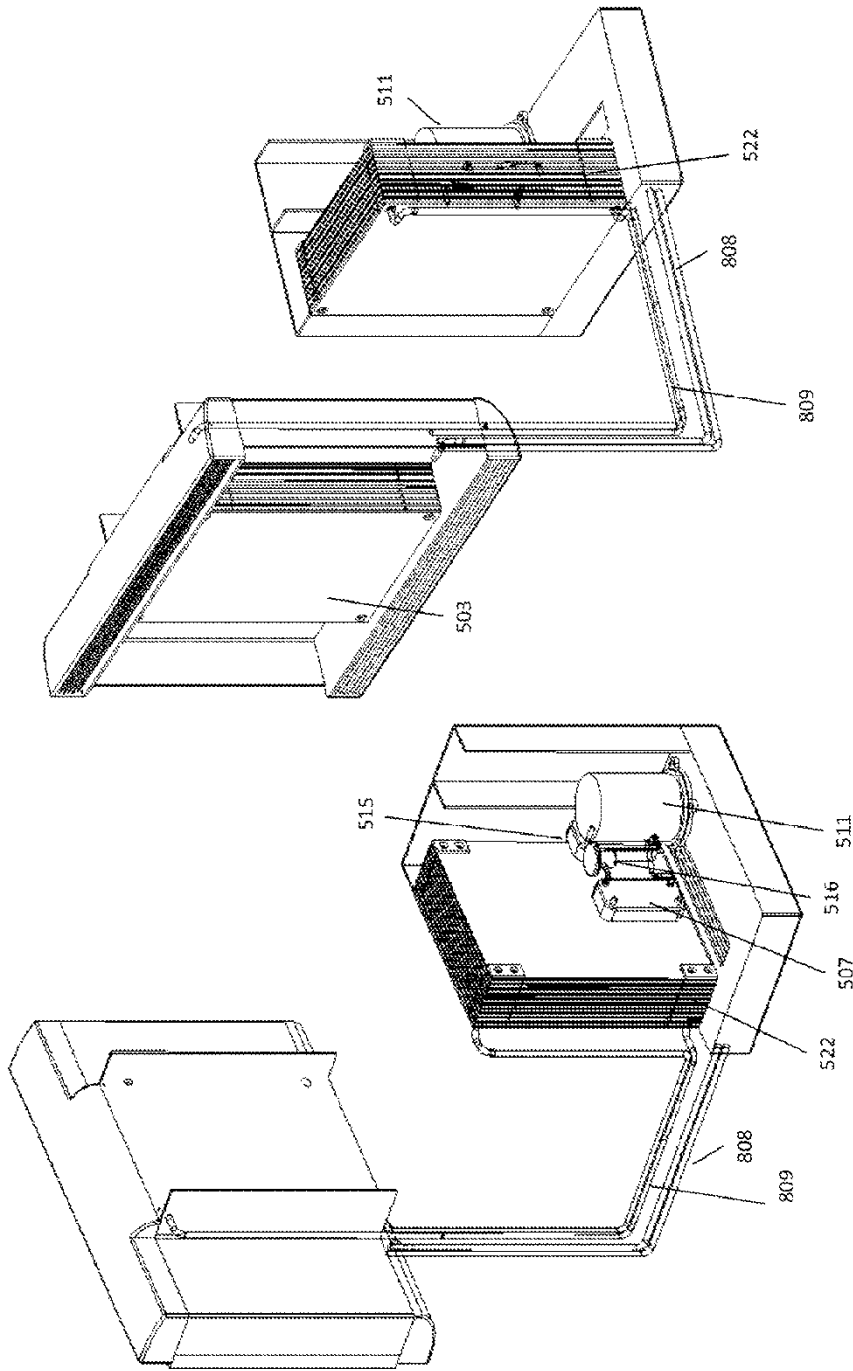


FIG. 8



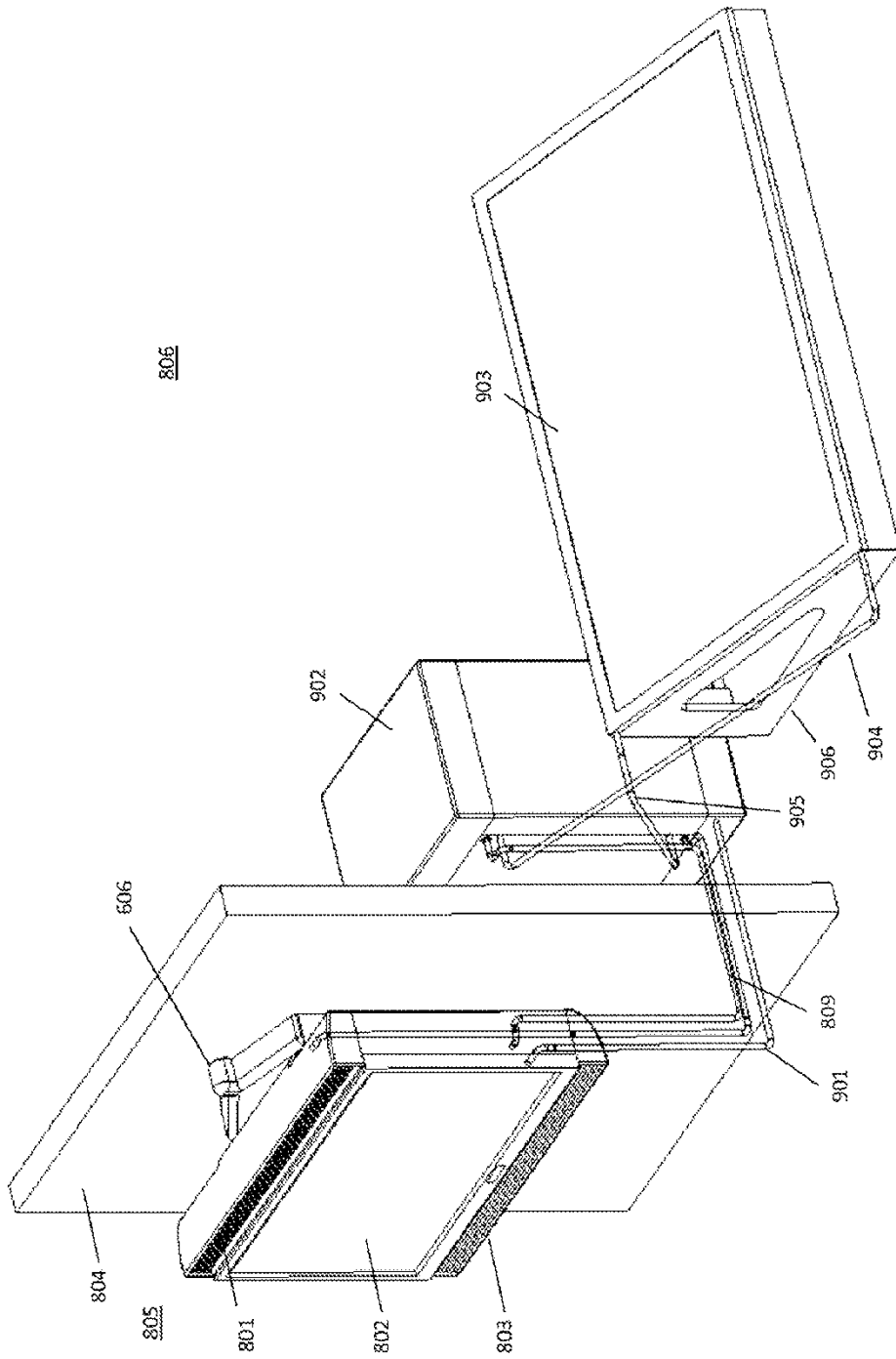


FIG. 10

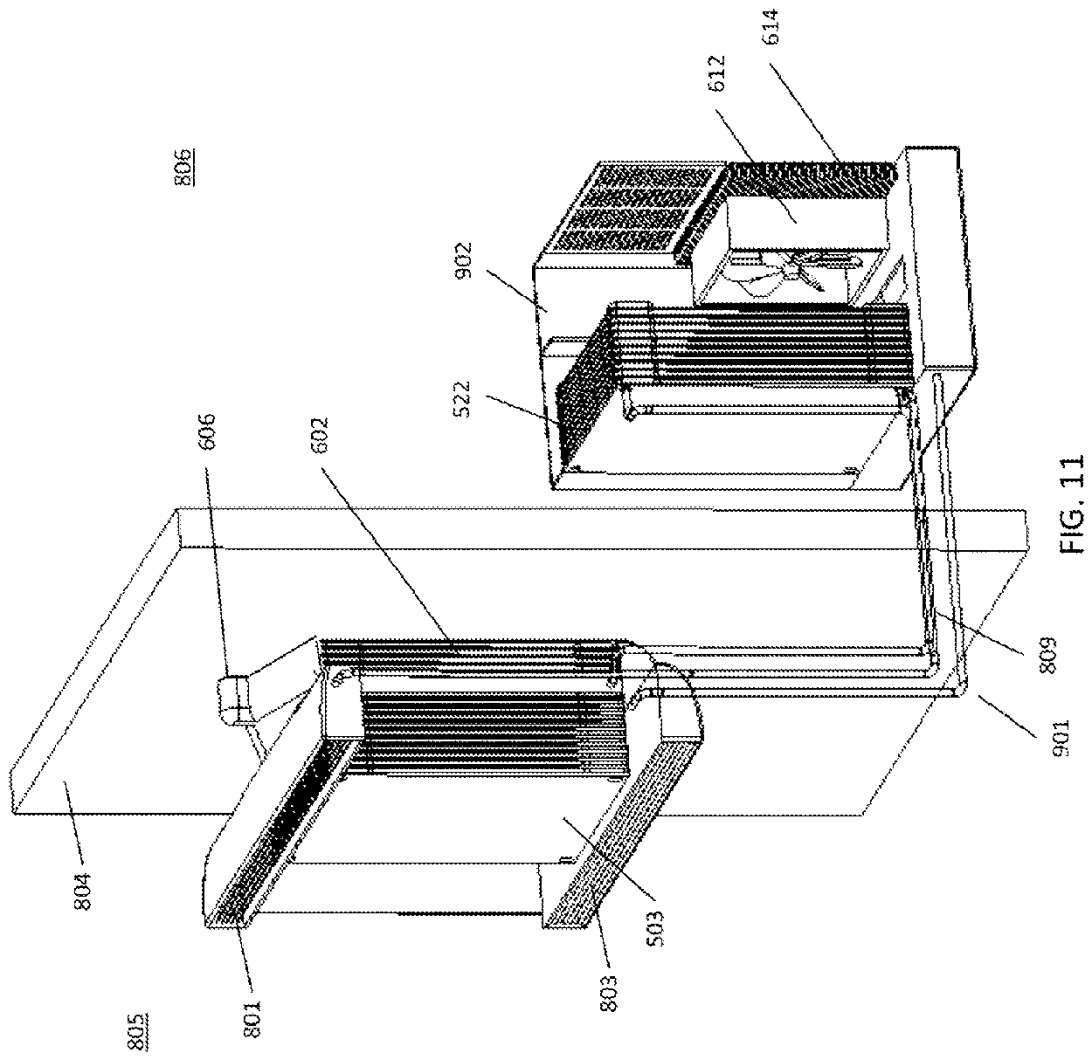


FIG. 11

