

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 855**

51 Int. Cl.:

F24F 3/14 (2006.01)

F24F 11/02 (2006.01)

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 29/00 (2006.01)

F25B 25/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2014 PCT/US2014/019470**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.09.2014 WO14134473**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2014 E 14756438 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 2962043**

54 Título: **Sistema de aire acondicionado desecante**

30 Prioridad:

01.03.2013 US 201361771340 P

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

28.09.2018

73 Titular/es:

**7AC TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
100 Cummings Center Suite 265G
Beverly, MA 01915, US**

72 Inventor/es:

**VANDERMEULEN, PETER, F.;
LAFLAMME, ARTHUR;
ALLEN, MARK;
DOODY, ROBERT y
PITCHER, DAVID**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 683 855 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 desecante

Antecedentes

5 La presente solicitud se relaciona en general con el uso de desecantes líquidos para deshumidificar y enfriar, o calentar y humidificar una corriente de aire que entra en un espacio. Más específicamente, la aplicación se relaciona con los sistemas de control requeridos para operar la masa de desecante líquido de 2 o 3 vías e intercambiadores de calor que emplean membranas microporosas para separar el desecante líquido de una corriente de aire. Dichos intercambiadores de calor pueden usar presiones inducidas por la gravedad (extracción con sifón) para mantener las membranas microporosas correctamente unidas a la estructura intercambiadora de calor. Los sistemas de control para tales intercambiadores de calor de 2 y 3 vías son únicos en el sentido de que deben garantizar que se aplica la cantidad adecuada de desecante líquido a las estructuras de la membrana sin presurizar demasiado el fluido y sin concentrar demasiado o poco el desecante. Además, el sistema de control debe responder a las demandas de ventilación de aire fresco del edificio y debe ajustarse a las condiciones del aire exterior, manteniendo al mismo tiempo una concentración adecuada de desecante y evitando la cristalización del desecante o la dilución indebida. Además, el sistema de control necesita poder ajustar la temperatura y la humedad del aire suministrado a un espacio al reaccionar a señales del espacio tales como termostatos o humidistatos. El sistema de control también necesita monitorizar las condiciones del aire exterior y proteger adecuadamente el equipo en condiciones de congelación al reducir la concentración de desecante de tal manera que se evite la cristalización.

20 Los desecantes líquidos se han usado paralelamente a los equipos HVAC de compresión de vapor convencionales para ayudar a reducir la humedad en espacios, particularmente en espacios que requieren grandes cantidades de aire exterior o que tienen grandes cargas de humedad dentro del propio espacio del edificio. Los climas húmedos, como por ejemplo de Miami, FL requieren una gran cantidad de energía para tratar adecuadamente (deshumidificar y enfriar) el aire fresco que se requiere para la comodidad de los ocupantes de un espacio. Los sistemas de compresión de vapor convencionales tienen solo una capacidad limitada para deshumidificar y tienden a enfriar en exceso el aire, a menudo requieren sistemas de recalentamiento intensivo de energía, lo que aumenta significativamente los costes de energía totales, porque el recalentamiento agrega una carga térmica adicional al sistema de enfriamiento. Los sistemas de desecante líquido se han usado durante muchos años y, en general, son bastante eficientes para eliminar la humedad de la corriente de aire. Sin embargo, los sistemas desecantes líquidos generalmente usan soluciones de sal concentradas tales como soluciones iónicas de LiCl, LiBr o CaCl₂ y agua. Dichas salmueras son fuertemente corrosivas, incluso en pequeñas cantidades, por lo que se han realizado numerosos intentos a lo largo de los años para evitar el arrastre del desecante a la corriente de aire que se va a tratar. En los últimos años, se han comenzado los esfuerzos para eliminar el riesgo de arrastre de desecante mediante el empleo de membranas microporosas para contener el desecante. Un ejemplo de tal membrana es la membrana microporosa de polipropileno EZ2090 fabricada por Celgard, LLC, 13800 South Lakes Drive Charlotte, NC 28273. La membrana tiene aproximadamente un 65% de área abierta y un espesor típico de aproximadamente 20 µm. Este tipo de membrana es estructuralmente muy uniforme en tamaño de poro (100 nm) y es lo suficientemente delgada como para no crear una barrera térmica significativa. Sin embargo, tales membranas súper hidrófobas son típicamente difíciles de adherirse y están sujetas fácilmente a daños. Pueden ocurrir varios modos de falla: si el desecante está presurizado, las uniones entre la membrana y su estructura de soporte pueden fallar, o los poros de la membrana pueden distorsionarse de tal manera que ya no pueden resistir la presión del líquido y puede ocurrir la ruptura del desecante. Además, si el desecante se cristaliza detrás de la membrana, los cristales pueden atravesar la propia membrana creando un daño permanente a la membrana y causando fugas de desecante. Además, la vida útil de estas membranas es incierta, lo que lleva a la necesidad de detectar la falla o degradación de la membrana mucho antes de que incluso aparezcan fugas.

45 Los sistemas desecantes líquidos generalmente tienen dos funciones separadas. El lado de acondicionamiento del sistema proporciona el acondicionamiento del aire a las condiciones requeridas, que normalmente se establecen usando 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 típicamente se bombea entre los dos lados, lo que implica que el sistema de control también debe asegurar que el desecante líquido esté equilibrado adecuadamente entre las dos partes según las condiciones lo requieran y que el exceso de calor y humedad se manejen adecuadamente sin provocar una concentración en exceso o concentración en defecto del desecante.

55 Por lo tanto, sigue existiendo la necesidad de un sistema de control que proporcione un método rentable, que se pueda fabricar y eficiente para controlar un sistema de desecante líquido de manera que mantenga concentraciones apropiadas de desecante, niveles de fluido, reaccione a los requisitos de temperatura y humedad del espacio, reaccione a los requisitos de ocupación del espacio y reaccione a las condiciones del aire exterior, a la vez que protegen el sistema contra la cristalización y otros eventos potencialmente dañinos. Además, el sistema de control necesita garantizar que los subsistemas estén balanceados adecuadamente y que los niveles de fluido se mantengan en los puntos de ajuste correctos. El sistema de control también debe advertir contra el deterioro o las fallas absolutas del sistema de membrana de desecante líquido.

El documento JP-A-2010 247022 describe un aparato regenerador de desecante líquido en el que se proporcionan regeneradores de etapa alta y etapa baja en un sistema con el fin de regenerar una solución desecante que pasa a través del sistema, y en el que el regenerador de etapa baja posee una pluralidad de placas.

Breve resumen

5 De acuerdo con la invención, se proporciona un sistema de acondicionamiento de aire desecante como se define en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Aquí se proporcionan métodos y sistemas usados para la deshumidificación eficiente de una corriente de aire usando un desecante líquido. De acuerdo con una o más realizaciones, el desecante líquido corre hacia abajo de 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 mediante la cual tanto el calor latente como sensible se absorbe desde la corriente de aire al desecante líquido. De acuerdo con una o más realizaciones, la placa de soporte se llena con un fluido de transferencia de calor que preferiblemente fluye en una dirección contraria a la corriente de aire. De acuerdo con una o más realizaciones, el sistema comprende un acondicionador que elimina calor latente y sensible a través del desecante líquido y un regenerador que elimina el calor latente y sensible del sistema. De acuerdo con una o más realizaciones, el fluido de transferencia de calor en el acondicionador se enfría mediante un compresor de 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 de refrigerante o una fuente externa de fluido de transferencia de calor caliente. De acuerdo con una o más realizaciones, el fluido de transferencia de calor frío puede evitar el acondicionador y el fluido de transferencia de calor caliente puede evitar el regenerador permitiendo de este modo el control independiente de la temperatura del suministro de aire y la humedad relativa. De acuerdo con una o más realizaciones, el fluido de transferencia de calor frío del acondicionador se dirige adicionalmente a través de una bobina de enfriamiento y el fluido de transferencia de calor caliente del regenerador se dirige adicionalmente a través de una bobina de calentamiento. De acuerdo con una o más realizaciones, el fluido de transferencia de calor caliente tiene un método independiente o rechazo de calor, tal como a través de una bobina adicional u otro mecanismo de transferencia de calor apropiado. De acuerdo con una o más realizaciones, el sistema tiene múltiples bucles de refrigerante o múltiples bucles de fluido de transferencia de calor para lograr efectos similares para controlar la temperatura del aire en el acondicionador y la concentración de desecante líquido mediante controlando la temperatura del regenerador. En una o más realizaciones, los circuitos de transferencia de calor son atendidos por bombas separadas. En una o más realizaciones, los circuitos de transferencia de calor son asistidos mediante una sola bomba compartida. En una o más realizaciones, los circuitos del refrigerante son independientes. En una o más realizaciones, los circuitos del refrigerante están acoplados de modo que un bucle de refrigerante solo maneja la mitad de la diferencia de temperatura entre el acondicionador y el regenerador y el otro circuito del refrigerante maneja la diferencia de temperatura restante, permitiendo que cada circuito funcione más eficientemente.

35 De acuerdo con una o más realizaciones, un sistema de desecante líquido emplea un fluido de transferencia de calor en un lado del acondicionador del sistema y un circuito de fluido de transferencia de calor similar en un lado del regenerador del sistema en el que el fluido de transferencia de calor puede dirigirse opcionalmente desde el acondicionador al lado del regenerador del sistema a través de una válvula de conmutación, lo que permite que el calor se transfiera a través del fluido de transferencia de calor desde el regenerador al acondicionador. El modo de operación es útil en caso de que el aire de retorno del espacio que se dirige a través del regenerador tenga una temperatura más alta que la temperatura del aire exterior y el calor del aire de retorno pueda usarse para calentar la corriente de aire de suministro entrante.

45 De acuerdo con una o más realizaciones, el sistema de compresor de refrigerante es reversible de modo que el calor del compresor se dirige al acondicionador de desecante líquido y el compresor de refrigerante retira el calor del regenerador revirtiendo así las funciones de acondicionador y regeneración. De acuerdo con una o más realizaciones, el fluido de transferencia de calor se revierte pero no se usa el compresor de refrigerante y se usan fuentes externas de fluidos de transferencia de calor frío y caliente permitiendo que el calor se transfiera desde un lado del sistema al lado opuesto del sistema. De acuerdo con una o más realizaciones, las fuentes externas de fluido de transferencia de calor frío y caliente se detienen mientras se transfiere calor desde un lado al otro lado del sistema.

50 De acuerdo con una o más realizaciones, un sistema de membrana de 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 de desecante líquido. Además, en una o más realizaciones, el evaporador indirecto recibe una porción de la corriente de aire que fue tratada anteriormente 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 persianas ajustables o a través de un ventilador con velocidad de ventilador ajustable. De acuerdo con una o más realizaciones, el fluido de transferencia de calor entre el acondicionador y el evaporador indirecto es ajustable de modo que el aire que es tratado por el acondicionador también es ajustable regulando la cantidad de fluido de transferencia de calor que pasa a través del acondicionador. De acuerdo con una o más realizaciones, el evaporador indirecto puede estar inactivo y el fluido de transferencia de calor puede dirigirse entre el acondicionador y un regenerador de tal manera que se recupera el calor del aire de

retorno de un espacio en el regenerador y se dirige para proporcionar calentamiento al aire dirigido a través del acondicionador.

5 De acuerdo con una o más realizaciones, el evaporador indirecto se usa para proporcionar aire calentado, humidificado a una corriente de aire de suministro a un espacio, mientras que un acondicionador se usa simultáneamente para proporcionar aire calentado, humidificado al mismo espacio. Esto permite que el sistema proporcione aire humidificado, calentado a un espacio en condiciones invernales. El acondicionador se calienta y está desorbiendo el vapor de agua de un desecante y el evaporador indirecto se puede calentar también y está desorbiendo el vapor de agua del agua líquida. 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 desde el agua de mar o el agua residual. En una o más realizaciones, el agua en el evaporador indirecto no se recicla a la parte superior del evaporador indirecto tal como ocurriría en una torre de enfriamiento, pero entre el 20% y el 80% del agua se evapora y el resto se descarta.

15 De acuerdo con una o más realizaciones, un acondicionador de desecante líquido recibe agua fría o caliente de un evaporador indirecto. En una o más realizaciones, el evaporador indirecto tiene una corriente de aire reversible. En una o más realizaciones, la corriente de aire reversible crea una corriente de aire de escape húmedo en condiciones de verano y crea una corriente de aire de suministro húmedo a un espacio en condiciones invernales. En una o más realizaciones, la corriente de aire de verano húmedo se descarga del sistema y el agua fría que se genera se usa para enfriar el acondicionador en condiciones de verano. En una o más realizaciones, la corriente de aire de invierno húmedo se usa para humidificar el aire de suministro a un espacio en combinación con un acondicionador. En una o más realizaciones, las corrientes de aire son variables mediante un ventilador de velocidad variable. En una o más realizaciones, las corrientes de aire son variables a través de un mecanismo de persiana o algún otro método adecuado. En una o más realizaciones, el fluido de transferencia de calor entre el evaporador indirecto y el acondicionador puede dirigirse también a través del regenerador, absorbiendo así el calor del aire de retorno de un espacio y suministrando dicho calor a la corriente de aire de suministro para ese espacio. En una o más realizaciones, el fluido de transferencia de calor recibe calor o frío suplementario de fuentes externas. En una o más realizaciones, tales fuentes externas son circuitos geotermales, circuitos de agua solares o circuitos de calor de instalaciones existentes tales como Sistemas de Calor y Potencia Combinados.

30 De acuerdo con una o más realizaciones, un acondicionador recibe una corriente de aire que se arrastra a través del acondicionador por un ventilador mientras que un regenerador recibe una corriente de aire que se arrastra a través del regenerador por un segundo ventilador. En una o más realizaciones, la corriente de aire que entra en el acondicionador comprende una mezcla de aire exterior y aire de retorno. En una o más realizaciones, la cantidad de aire de retorno es cero y el acondicionador recibe únicamente aire exterior. En una o más realizaciones, el regenerador recibe una mezcla de aire exterior y aire de retorno desde un espacio. En una o más realizaciones, la cantidad de aire de retorno es cero y el regenerador recibe solo aire exterior. En una o más realizaciones, las persianas se usan para permitir que algo de aire del lado del regenerador del sistema pase al lado del acondicionador del sistema. En una o más realizaciones, la presión en el acondicionador está por debajo de la presión del ambiente. En realizaciones adicionales, la presión en el regenerador está por debajo de la presión del ambiente.

40 De acuerdo con una o más realizaciones, un acondicionador recibe una corriente de aire que se empuja a través del acondicionador por un ventilador que resulta en una presión en el acondicionador que está por encima de la presión ambiental. En una o más realizaciones, dicha presión positiva ayuda a asegurar que una membrana se mantenga plana contra una estructura de placa. En una o más realizaciones, un regenerador recibe una corriente de aire que se empuja a través del regenerador por un ventilador que resulta en una presión en el regenerador que está por encima de la presión ambiental. En una o más realizaciones, dicha presión positiva ayuda a asegurar que una membrana se mantenga plana contra una estructura de placa.

45 De acuerdo con una o más realizaciones, un acondicionador recibe una corriente de aire que se empuja a través del acondicionador por un ventilador que resulta en una presión positiva en el acondicionador que está por encima de la presión ambiental. En una o más realizaciones, un regenerador recibe una corriente de aire que se arrastra a través del regenerador por un ventilador que resulta en una presión negativa en el regenerador en comparación con la presión ambiental. En una o más realizaciones, la corriente de aire que entra en el regenerador comprende una mezcla de aire de retorno desde un espacio y aire exterior que se está suministrando al regenerador desde la corriente de aire del acondicionador.

55 De acuerdo con una o más realizaciones, un punto de presión más bajo de una corriente de aire se conecta a través de algún medio adecuado tal como a través de una manguera o tubería a una bolsa de aire sobre un depósito de desecante de tal manera que se asegure que el desecante esté fluyendo hacia atrás desde un acondicionador o módulo de membrana del regenerador a través de una acción de extracción con sifón y en el que la extracción con sifón se mejora asegurando que la presión más baja en el sistema exista por encima del desecante en el depósito. En una o más realizaciones, tal acción de extracción con sifón asegura que una membrana se mantenga en una posición plana contra una estructura de placa de soporte.

60 De acuerdo con una o más realizaciones, se usa un sensor óptico u otro adecuado para monitorizar las burbujas de aire que están dejando una estructura de membrana desecante líquida. En una o más realizaciones, el tamaño y la

frecuencia de las burbujas de aire se usan como una indicación de la porosidad de la membrana. En una o más realizaciones, el tamaño y la frecuencia de las burbujas de aire se usan para predecir el envejecimiento o el fallo de la membrana.

5 De acuerdo con una o más realizaciones, se controla un desecante en un depósito observando el nivel del desecante en el depósito. En una o más realizaciones, el nivel se monitoriza después de que se hayan descartado los ajustes de inicio iniciales. En una o más realizaciones, el nivel de desecante se usa como una indicación de la concentración de desecante. En una o más realizaciones, la concentración de desecante también se monitoriza a través del nivel de humedad en la corriente de aire que sale de un acondicionador de membrana o regenerador de membrana. En una o más realizaciones, se usa un solo depósito y el desecante líquido retrocede por sifón desde un acondicionador y un regenerador a través de un intercambiador de calor. En una o más realizaciones, el intercambiador de calor está ubicado en el circuito de desecante que sirve al regenerador. En una o más realizaciones, la temperatura del regenerador se ajusta con base en el nivel de desecante en el depósito.

15 De acuerdo con una o más realizaciones, un acondicionador recibe una corriente de desecante y emplea extracción con sifón para devolver el desecante usado a un depósito. En una o más realizaciones, una bomba o dispositivo similar toma el desecante desde el depósito y bombea el desecante a través de una válvula y un intercambiador de calor a un regenerador. En una o más realizaciones, la válvula puede conmutarse de modo que el desecante fluya al acondicionador en lugar de fluir a través del intercambiador de calor. En una o más realizaciones, un regenerador recibe una corriente de desecante y emplea extracción con sifón para devolver el desecante usado a un depósito. En una o más realizaciones, una bomba o dispositivo similar toma el desecante desde un depósito y bombea el desecante a través de un intercambiador de calor y un conjunto de válvula a un acondicionador. En una o más realizaciones, el conjunto de válvula puede conmutarse para bombear el desecante al regenerador en lugar de al acondicionador. En una o más realizaciones, se puede evitar el intercambiador de calor. En una o más realizaciones, el desecante se usa para recuperar calor latente y/o sensible desde una corriente de aire de retorno y aplicar el calor latente a una corriente de aire de suministro evitando el intercambiador de calor. En una o más realizaciones, el regenerador se conmuta únicamente cuando se requiere el regenerador de desecante. En una o más realizaciones, la conmutación de la corriente de desecante se usa para controlar la concentración de desecante.

20 De acuerdo con una o más realizaciones, un módulo de placa de desecante líquido de membrana usa un tubo de presión de aire para asegurar que la presión más baja en la corriente de aire se aplica a la bolsa de aire por encima del desecante líquido en un depósito. En una o más realizaciones, el circuito de fluido de desecante líquido usa un volumen de expansión cerca de la parte superior del módulo de placa de membrana para asegurar un flujo de desecante líquido constante al módulo de placa de membrana.

25 De acuerdo con una o más realizaciones, un módulo de membrana desecante líquido se coloca encima de una estructura inclinada de bandeja de drenaje, en el que cualquier líquido que se escape del módulo de placa de membrana se atrapa y dirige hacia un sensor de líquido que envía una señal a un sistema de control que advierte que se ha producido una fuga o falla en el sistema. En una o más realizaciones, dicho sensor detecta la conductancia del fluido. En una o más realizaciones, la conductancia es una indicación de qué fluido se está filtrando desde el módulo de membrana.

30 De ninguna manera la descripción de las aplicaciones pretende limitar la divulgación a estas aplicaciones. Se pueden prever muchas variaciones de construcción para combinar los diversos elementos mencionados anteriormente cada uno con sus propias ventajas y desventajas, dentro de los límites de las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 ilustra un sistema de acondicionamiento de aire de desecante líquido de 3 vías que usa un enfriador o fuentes de calentamiento o enfriamiento externas.

45 La FIG. 2A muestra un módulo de membrana configurable de forma flexible que incorpora placas de desecante líquido de 3 vías.

La FIG. 2B ilustra un concepto de una placa de membrana única en el módulo de membrana desecante líquido de la FIG. 2A.

La FIG. 3A representa el sistema de control del fluido refrigerante y el circuito refrigerante del enfriador de un sistema de desecante líquido de 3 vías en modo de enfriamiento de acuerdo con una o más realizaciones.

50 La FIG. 3B muestra el sistema de la FIG. 3A con el flujo de fluido de enfriamiento que conecta el aire de retorno y el aire de suministro del edificio y el enfriador en modo inactivo que proporciona una capacidad de recuperación de energía entre el aire de retorno y el aire de suministro de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 3C ilustra el sistema de la FIG. 3A con el enfriador en modo inverso que suministra calor al aire de suministro y que recupera calor del aire de retorno de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 4A muestra el circuito de control de fluido de enfriamiento de un sistema de membrana de desecante líquido que usa fuentes externas de enfriamiento y calentamiento de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 4B muestra el sistema de la FIG. 4A en el que el fluido de enfriamiento proporciona una conexión de recuperación de calor sensible entre el aire de retorno y el aire de suministro de acuerdo con una o más realizaciones.

5 La FIG. 5A muestra un sistema de acondicionamiento de aire de desecante líquido que usa un módulo de enfriamiento por evaporación indirecta en modo de enfriamiento de verano de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 5B ilustra el sistema de la FIG. 5B en el que el sistema se configura como un sistema de recuperación de calor sensible de acuerdo con una o más realizaciones.

10 La FIG. 5C muestra el sistema de la FIG. 5A en el que el funcionamiento del sistema se invierte para la operación de calentamiento en invierno de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 6A ilustra el diagrama de control de agua y refrigerante de un sistema de compresor dual que emplea varios circuitos de control para flujos de agua y rechazo de calor de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 6B muestra un sistema que emplea dos circuitos de refrigerante apilados para mover calor de manera más eficiente desde el acondicionador al regenerador de acuerdo con una o más realizaciones.

15 La FIG. 7A muestra un diagrama de flujo de aire con una reutilización parcial de aire de retorno que usa una carcasa de presión negativa en comparación con la presión ambiental de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 7B muestra un diagrama de flujo de aire con una reutilización parcial de aire de retorno que usa una carcasa de presión positiva en comparación con la presión ambiental de acuerdo con una o más realizaciones.

20 La FIG. 7C muestra un diagrama de flujo de aire con una reutilización parcial de aire de retorno y una corriente de aire de suministro de presión positiva y una corriente de aire de retorno de presión negativa en el que una porción del aire exterior se usa para aumentar el flujo a través del módulo de regeneración de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 8A ilustra un diagrama de control de tanque único para un flujo de desecante de acuerdo con una o más realizaciones.

25 La FIG. 8B muestra un esquema de decisión simple para controlar el nivel de desecante líquido en el sistema de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 9A muestra un diagrama de control de tanque dual para un flujo de desecante, en el que una porción del desecante se envía desde un acondicionador a un regenerador de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 9B muestra el sistema de la FIG. 9A en el que el desecante se usa en un modo de aislamiento para el acondicionador y el regenerador de acuerdo con una o más realizaciones.

30 La FIG. 10A ilustra el diagrama de flujo de un sistema de desecante líquido de presión de aire negativo con un sensor de derrame de desecante de acuerdo con una o más realizaciones.

La FIG. 10B muestra el sistema de la FIG. 10A con un sistema de desecante líquido de presión de aire positivo de acuerdo con una o más realizaciones.

Descripción detallada

35 La FIG. 1 representa un nuevo tipo de sistema de desecante líquido como se describe con más detalle en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos No. 2012/0125020 titulada METHODS AND SYSTEMS FOR DESICCANT AIR CONDITIONING USING PHOTOVOLTAIC-THERMAL (PVT) MODULES y que muestra un sistema de aire acondicionado desecante de acuerdo con la preámbulo de la reivindicación 1. Un acondicionador 10 comprende un conjunto de estructuras 11 de placa que son internamente huecas. Se genera un fluido de transferencia de calor frío en la fuente 12 fría y se introduce en las placas. La solución de desecante líquido en 14 se lleva a la superficie exterior de las placas 11 y se extiende por la superficie exterior de cada una de las placas 11. El desecante líquido se extiende detrás de una membrana delgada que esta localizada entre el flujo de aire y la superficie de las placas 11. El aire 16 exterior se sopla ahora a través del conjunto de placas 11 onduladas. El desecante líquido en la superficie de las placas atrae el vapor de agua en el flujo de aire y el agua de refrigeración dentro de las placas 11 ayuda a evitar que la temperatura del aire se eleve. El aire 18 tratado se pone en un espacio de construcción.

45 El desecante líquido se recoge en el fondo de las placas onduladas en 20 y se transporta a través de un intercambiador 22 de calor a la parte superior del regenerador 24 al punto 26 donde el desecante líquido se distribuye a través de las placas onduladas del regenerador. El aire de retorno u opcionalmente el aire 28 exterior se impulsa a través de la placa del regenerador y el vapor de agua se transporta desde el desecante líquido a la corriente 30 de aire saliente. Una fuente 32 de calor opcional proporciona la fuerza motriz para la regeneración. El fluido 34 de transferencia caliente de la fuente de calor puede colocarse dentro de las placas onduladas del regenerador de forma similar al fluido de

transferencia de calor frío en el acondicionador. De nuevo, el desecante líquido se recoge en el fondo de las placas 27 onduladas sin la necesidad de ya sea una bandeja o baño de recogida, de modo que también en el regenerador el aire puede ser vertical. Se puede usar una bomba 36 de calor opcional para proporcionar enfriamiento y calentamiento del desecante líquido. También es posible conectar una bomba de calor entre la fuente 12 fría y la fuente 32 caliente, que está bombeando calor así desde los fluidos refrigerantes en lugar del desecante.

La FIG. 2A describe un intercambiador de calor de 3 vías como se describe con más detalle en la Solicitud de Patente de Estados Unidos No. 13/915,199 presentada el 11 de junio de 2013 titulada METHODS AND SYSTEMS FOR TURBULENT, CORROSION RESISTANT HEAT EXCHANGERS. Un desecante líquido entra en la estructura a través de los puertos 50 y se dirige detrás de una serie de membranas en las estructuras 51 de placa como se describe en la FIG. 1. El desecante líquido se recoge y se elimina a través de los puertos 52. Se proporciona un fluido de refrigeración o calentamiento a través de los puertos 54 y corre en contra de la corriente 56 de aire dentro de las estructuras de placa hueca, de nuevo como se describe en la FIG. 1 y en más detalle en la FIG. 2B. Los fluidos de enfriamiento o calentamiento salen a través de los puertos 58. El aire 60 tratado se dirige a un espacio en un edificio o se agota según sea el caso.

La FIG. 2B muestra un detalle esquemático de una de las placas de la FIG. 1. La corriente 251 de aire fluye en contra de una corriente 254 de fluido de enfriamiento. 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 a través 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 en el 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 en el fluido 254 de transferencia de calor.

La FIG. 3A ilustra un esquema de control simplificado para las trayectorias de fluido de la FIG. 1 en una disposición de modo de enfriamiento de verano, en el que una bomba 317 de calor está conectada entre el fluido de enfriamiento frío que entra en un acondicionador 301 de membrana de desecante líquido y el fluido de calentamiento caliente que entra en un regenerador 312 de membrana desecante líquido. El acondicionador y el regenerador son módulos de membrana similares al módulo de membrana representado en la FIG. 2A y tienen placas similares al concepto en la FIG. 2B. El acondicionador 301 de 3 vías recibe una corriente 319 de aire que debe tratarse en el módulo del acondicionador de 3 vías. El acondicionador de 3 vías también recibe una corriente 320 de desecante concentrada y una corriente 321 de desecante diluida abandona el módulo del acondicionador. Para simplificar, los diagramas de flujo del desecante líquido se han omitido de la figura y se mostrarán por separado en las figuras posteriores. Un fluido 302 de transferencia de calor que comúnmente es agua, agua/glicol o algún otro fluido de transferencia de calor adecuado, entra en el módulo de 3 vías y elimina el calor latente y sensible que se ha eliminado de la corriente de aire. Controlar la rata de flujo y la presión del fluido de transferencia de calor es crítico para el rendimiento del módulo de 3 vías como se describe en la Solicitud de Patente de Estados Unidos No 13/915,199. Se elige una bomba 307 de circulación para proporcionar un alto flujo de fluido con baja presión de carga. Las placas del módulo (que se muestran en la FIG. 1 y 2A) tienen grandes áreas superficiales y funcionan mejor bajo una presión ligeramente negativa en comparación con la presión del aire ambiental. El flujo se configura de tal manera que el fluido 302 de transferencia de calor experimenta un efecto de extracción con sifón para drenar el fluido desde el módulo 301 de acondicionador. Usar un efecto de extracción con sifón mejora notablemente la planitud de las placas de módulo ya que la presión del líquido no está empujando las placas para separarlas. Este efecto de extracción con sifón se logra dejando caer el fluido 302 de transferencia de calor en un tanque 305 de recolección de fluido. Los sensores 303 de temperatura situados en el fluido de transferencia de calor antes y después del módulo de 3 vías y el sensor 309 de flujo, permiten medir la carga térmica capturada en el fluido de transferencia de calor. La válvula 311 de alivio de presión normalmente está abierta y asegura que el fluido de transferencia de calor no esté presurizado, lo que podría dañar el sistema de placas. Las válvulas 306 y 308 de servicio normalmente solo se usan durante eventos de servicio. Un intercambiador 310a de calor de líquido a refrigerante permite que la carga térmica se transfiera desde el fluido de transferencia de calor a un circuito 316 de refrigeración. Una válvula 304a de derivación permite que una porción del fluido de transferencia de calor de baja temperatura evite pasar por el acondicionador de 3 vías. Esto tiene el efecto de reducir la rata de flujo a través del acondicionador de 3 vías y, como un resultado, el acondicionador funcionará a temperaturas más altas. Esto a su vez permite controlar la temperatura del aire de suministro al espacio. También se podría usar un flujo variable de la bomba 307 de líquido, que cambiará la rata de flujo a través del intercambiador 310a de calor. Un elemento 327 de bobina de enfriamiento posterior opcional asegura que la temperatura del aire tratado suministrado al espacio está muy cerca de la temperatura del fluido de transferencia de calor.

Un compresor de refrigerante/bomba 317 de calor comprime un refrigerante que se mueve en un circuito 316. El calor de compresión se rechaza en un intercambiador 310b de calor de refrigerante, se recoge en un receptor 318 de refrigerante opcional y se expande en una válvula 315 de expansión después de lo cual es dirigido al intercambiador 310a de calor de refrigerante, en el que el refrigerante recoge calor del acondicionador de 3 vías y lo devuelve al compresor 317. Como se puede ver en la figura, el circuito 313 de líquido alrededor del regenerador 312 es muy similar al que está alrededor del acondicionador 301. De nuevo, el método de extracción de sifón se emplea para hacer circular el fluido de transferencia de calor a través del módulo 312 del regenerador. Sin embargo, hay dos consideraciones que son diferentes en el regenerador. En primer lugar, a menudo no es posible recibir la misma

cantidad de aire 322 de retorno desde un espacio que se suministra a ese espacio 319. En otras palabras, los flujos 319 y 322 de aire no están equilibrados y algunas veces pueden variar más del 50%. Esto es para que el espacio permanezca presurizado positivamente en comparación con el entorno circundante para evitar la infiltración de humedad en el edificio. En segundo lugar, el propio compresor agrega una carga térmica adicional que debe eliminarse. Esto indica que se tiene que ya sea agregar aire adicional al aire de retorno del edificio, o tiene que tener otra forma de rechazar el calor del sistema. La bobina 326 de ventilador usa una bobina de radiador independiente y se puede usar para lograr la refrigeración adicional que se requiere. Debe entenderse que se podrían emplear otros mecanismos de rechazo de calor además de una bobina de ventilador, tal como una torre de enfriamiento, un depósito de calor de fuente de suelo, etc. Se puede emplear una válvula 325 desviadora opcional para evitar el paso por la bobina de ventilador si se desea. Una bobina 328 de precalentamiento opcional se usa para precalentar el aire que entra al regenerador. Debe quedar claro que el aire 322 de retorno podría mezclarse con aire exterior o incluso podría ser únicamente aire exterior.

El circuito de desecante (cuyos detalles se mostrarán en las figuras posteriores) proporciona un desecante diluido al módulo 312 regenerador a través del puerto 323. El desecante concentrado se retira en el puerto 324 y se dirige de vuelta al módulo del acondicionador para ser reutilizado. El control de la temperatura del aire y, por lo tanto, el efecto de regeneración se logra de nuevo a través de una válvula 304b de desviación opcional similar a la válvula 304a en el circuito del acondicionador. De este modo, el sistema de control puede controlar tanto la temperatura del aire del acondicionador como del regenerador independientemente y sin presurizar las placas del módulo de la placa de membrana.

También en la FIG. 3A se muestra una válvula 314 desviadora. Esta válvula normalmente está separando los circuitos de acondicionador y regenerador. Pero en ciertas condiciones, el aire exterior necesita poco o ningún enfriamiento. En la FIG. 3B, la válvula 314 desviadora se ha abierto para permitir que los circuitos del acondicionador y regenerador se conecten creando un modo de recuperación de energía. Esto permite que el calor sensible del aire 322 de retorno se acople al aire 319 entrante que proporciona esencialmente un mecanismo de recuperación de energía sensible. En este modo de funcionamiento, el compresor 317 normalmente estaría inactivo.

La FIG. 3C muestra cómo funciona el sistema en el modo de calefacción en invierno. El compresor 317 funciona ahora en una dirección inversa (para facilidad de la figura, se muestra que el refrigerante fluye en la dirección opuesta -en realidad se emplearía muy probablemente un circuito de refrigerante reversible de 4 vías). La válvula 314 desviadora está nuevamente cerrada de modo que el acondicionador y el regenerador están aislados térmicamente. El calor se bombea esencialmente desde el aire 322 de retorno (que puede mezclarse con aire exterior) al aire 319 de suministro. La ventaja de tal disposición es que la transferencia de calor (adecuadamente protegida para la congelación) y los módulos de membrana de desecante líquido son capaces de operar a temperaturas mucho más bajas que las bobinas convencionales, ya que ninguno de los materiales es sensible a las condiciones de congelación, que incluyen el desecante líquido, siempre y cuando su concentración se mantenga entre 15 y 35% en el caso del cloruro de litio.

La FIG. 4A ilustra una disposición de enfriamiento en verano en un diagrama de flujo similar al de la FIG. 3A, sin embargo sin el uso de un compresor de refrigeración. En su lugar, se proporciona una fuente 402 de fluido frío externa que usa un intercambiador 401 de calor. La fuente de fluido frío externa puede ser cualquier fuente conveniente de fluido frío, tal como una fuente geotermal, una torre de enfriamiento, un enfriador por evaporación indirecta o agua fría centralizada o circuito de salmuera refrigerada. Similarmente, la FIG. 4A ilustra una fuente 404 de fluido caliente que usa el intercambiador 403 de calor para calentar el circuito de agua caliente del regenerador. De nuevo, una fuente de fluido caliente de este tipo puede ser cualquier fuente de fluido caliente conveniente, tal como un circuito de vapor, agua caliente solar, un horno de gas o una fuente de calor residual. Con las mismas válvulas 304a y 304b de control, el sistema puede controlar la cantidad de calor eliminado del aire de suministro y agregarse al aire de retorno. En algunos casos, es posible eliminar los intercambiadores 401 y 403 de calor y hacer fluir el fluido frío o caliente directamente a través del acondicionador 301 y/o el regenerador 312. Esto es posible si los fluidos fríos o calientes externos son compatibles con los módulos del acondicionador y/o regenerador. Esto puede simplificar el sistema al tiempo que hace que el sistema también sea un poco más eficiente en energía.

Similar a la situación descrita en la FIG. 3B, de nuevo es posible recuperar el calor del aire 322 de retorno usando la válvula 314 desviadora, como se muestra en la FIG. 4B. Como en la FIG. 3B, lo más probable es que las fuentes de fluido caliente y frío no funcionen en esta condición, de modo que el calor simplemente se transfiere desde el aire de retorno 322 al aire 319 de suministro.

La FIG. 5A muestra una disposición de modo de enfriamiento en verano alternativa en la que una porción (típicamente 20-40%) del aire 319 tratado se desvía a través de un conjunto 502 de persianas en una corriente 501 de aire lateral que entra en un módulo 505 evaporador de 3 vías. El módulo 505 evaporador recibe una corriente 504 de agua que debe evaporarse y tiene una corriente 503 de agua residual saliente. La corriente 504 de agua puede ser agua potable, agua de mar o agua gris. El módulo 505 evaporador puede construirse de forma muy similar a los módulos de acondicionador y regenerador y también puede emplear membranas. Particularmente cuando el módulo 505 evaporador está evaporando agua de mar o agua gris, una membrana asegurará que ninguna de las sales y otros materiales arrastrados en el agua lleguen al aire. La ventaja de usar agua de mar o aguas grises es que esta agua es relativamente barata en muchos casos, en lugar de agua potable. Por supuesto, el agua de mar y las aguas grises contienen muchos minerales y sales iónicas. Por lo tanto, el evaporador está configurado para evaporar solo una

porción del suministro de agua, típicamente entre 50 y 80%. El evaporador se configura como un sistema "de un solo paso", lo que indica que la corriente 503 de agua residual se descarta. Esto es diferente a una torre de enfriamiento donde el agua de enfriamiento hace muchos pases a través del sistema. Sin embargo, en torres de enfriamiento, tales pases eventualmente conducen a la acumulación de minerales y residuos que necesitan ser "soplados hacia abajo", es decir, eliminados. El evaporador en este sistema no requiere una operación de soplado hacia abajo ya que los residuos son arrastrados fuera por la corriente 503 de agua residual.

Similar al acondicionador y los módulos 301 y 312 del regenerador, el módulo 505 evaporador recibe una corriente de fluido 508 de transferencia de calor. El fluido de transferencia entra en el módulo evaporador y la evaporación en el módulo resulta en un fuerte efecto de enfriamiento en el fluido transferencia de calor. La caída de temperatura en el fluido de enfriamiento puede medirse mediante el sensor 507 de temperatura en el fluido 509 de transferencia de calor que está saliendo del evaporador 505. El fluido 509 de transferencia de calor enfriado entra en el módulo acondicionador, donde absorbe el calor de la corriente 319 de aire entrante. Como puede verse en la figura, tanto el acondicionador 319 como el evaporador 505 tienen una disposición de contraflujo de sus fluidos primarios (fluido de transferencia de calor y aire) dando como resultado una transferencia de calor más eficiente. Las persianas 502 se usan para variar la cantidad de aire que se desvía al evaporador. La corriente 506 de aire de escape del módulo 505 evaporador elimina el exceso de agua evaporada.

La FIG. 5B ilustra el sistema de la FIG. 5A en un modo de recuperación de energía, con la válvula 314 desviadora configurada para conectar las trayectorias de fluido entre el acondicionador 302 y el regenerador 313. Como antes, esta configuración permite la recuperación de calor del aire 322 de retorno para ser aplicada al aire 319 entrante. En esta situación, también es mejor evitar el evaporador 505, aunque simplemente no se podría suministrar agua 504 al módulo evaporador y tampoco cerrar las persianas 502 para que no se desvíe el aire al módulo evaporador.

La FIG. 5C ahora ilustra el sistema de la FIG. 5A en un modo de calentamiento en invierno en el que el flujo 506 de aire a través del evaporador se ha invertido para que se mezcle con la corriente 319 de aire del acondicionador. También en esta figura, el intercambiador 401 de calor y el fluido 402 de transferencia de calor se usan para suministrar energía térmica a los módulos de evaporador y acondicionador. Este calor puede provenir de cualquier fuente conveniente, como un calentador de agua a gas, una fuente de calor residual o una fuente de calor solar. La ventaja de esta disposición es que el sistema ahora puede tanto calentar (a través del evaporador y el acondicionador) como humidificar (a través del evaporador) el aire de suministro. En esta disposición, típicamente no es aconsejable suministrar el desecante 320 líquido al módulo acondicionador a menos que el desecante líquido sea capaz de recoger humedad de otro lugar, por ejemplo, del aire 322 de retorno o a menos que se agregue agua al desecante líquido en una base periódica. Pero incluso entonces, se tiene que monitorizar cuidadosamente el desecante líquido para asegurarse de que el desecante líquido no se vuelva demasiado concentrado.

La FIG. 6A ilustra un sistema similar al de la FIG. 3A, en el que ahora hay dos circuitos de refrigerante independientes. Una bomba 606 de calor de compresor adicional suministra refrigerante a un intercambiador 605 de calor, después de lo cual se recibe en un receptor 607 de refrigerante, se expande a través de una válvula 610 y se introduce en otro intercambiador 604 de calor. El sistema también emplea un circuito 601 de fluido de transferencia de calor secundario usando la bomba 602 de fluido, el dispositivo 603 de medición de flujo y el intercambiador 604 de calor mencionado anteriormente. En el circuito del regenerador se crea un segundo circuito 609 de transferencia de calor y se emplea un instrumento 608 de medición de flujo adicional. Vale la pena señalar que en los circuito de transferencia de calor en el lado 2 del acondicionador se usan bombas 307 y 602 de circulación, mientras que en el regenerador se usa una única bomba 307 de circulación. Esto es solo con fines ilustrativos para mostrar que se podrían emplear muchas combinaciones de flujos de transferencia de calor y flujos de refrigerante.

La FIG. 6B muestra un sistema similar al de la FIG. 3A donde el circuito de refrigerante individual ahora se reemplaza por dos circuitos de refrigerante apilados. En la figura, el intercambiador 310a de calor intercambia calor con el primer circuito 651a de refrigerante. El primer compresor 652a comprime el refrigerante que se ha evaporado en el intercambiador 310a de calor y lo mueve a un condensador/intercambiador 655 de calor, donde el calor generado por el compresor se elimina y el refrigerante enfriado se recibe en el receptor 654a de líquido opcional. Una válvula 653a de expansión expande el refrigerante líquido para que pueda absorber calor en el intercambiador 310a de calor. El segundo circuito 651b de refrigerante absorbe calor del primer circuito de refrigerante en el condensador/intercambiador 655 de calor. El refrigerante gaseoso se comprime por el segundo compresor 652b y se libera calor en el intercambiador 310b de calor. El refrigerante líquido se recibe luego en el receptor 654b de líquido opcional y se expande por la válvula 653b de expansión donde es devuelto al intercambiador 655 de calor.

La FIG. 7A ilustra un ejemplo representativo de cómo se pueden implementar las corrientes de aire en un sistema de aire acondicionado de desecante líquido de membrana. El acondicionador 301 de membrana y el regenerador 312 de membrana son los mismos que los de la FIG. 3A. El aire 702 exterior entra al sistema a través de un conjunto ajustable de persianas 701. El aire se mezcla opcionalmente al sistema con una corriente 706 de aire secundaria. La corriente de aire combinada entra en el módulo 301 de membrana. La corriente de aire se impulsa a través del módulo 301 de membrana por el ventilador 703 y se suministra al espacio como una corriente 704 de aire de suministro. La corriente 706 de aire secundaria puede regularse mediante un segundo conjunto de persianas 705. La corriente 706 de aire secundaria puede ser una combinación de dos corrientes 707 y 708 de aire, en la que la corriente 707 de aire es una corriente de aire que se devuelve desde el espacio al sistema de aire acondicionado y la corriente 708 de aire es aire

exterior que puede controlarse mediante un tercer conjunto de persianas 709. La mezcla de aire que consiste en las corrientes 707 y 708 también es arrastrada a través del regenerador 312 por el ventilador 710 y se expulsa a través de un cuarto conjunto de persianas 711 en una corriente 712 de aire de escape. La ventaja de la disposición de la FIG. 7A es que todo el sistema experimenta una presión de aire negativa en comparación con el aire ambiental fuera de la carcasa del sistema -indicado por el límite 713. La presión negativa la proporcionan los ventiladores 703 y 710. La presión de aire negativa en la carcasa ayuda a mantener sellos herméticos en la puerta y en los paneles de acceso, ya que el aire exterior ayuda a mantener una fuerza en esos sellos. Sin embargo, la presión de aire negativa también tiene la desventaja de que puede inhibir la extracción con sifón del desecante en el panel de membrana (FIG. 2A) e incluso puede conducir a que las membranas delgadas sean arrastradas hacia los espacios de aire (Figura 2B).

La FIG. 7B ilustra una realización alternativa de una disposición donde los ventiladores se han colocado de tal manera que se crea una presión interna positiva. Se usa un ventilador 714 para proporcionar presión positiva por encima del módulo 301 del acondicionador. Nuevamente, la corriente 702 de aire se mezcla con la corriente 706 de aire y la corriente de aire combinada entra en el acondicionador 301. La corriente 704 de aire acondicionado se suministra ahora al espacio. Se usa un ventilador 715 de aire de retorno para llevar de vuelta el aire 707 de retorno desde el espacio y se necesita un segundo ventilador 716 para proporcionar aire exterior adicional. Es necesario este ventilador porque en muchas situaciones la cantidad de aire de retorno disponible es mucho menor que la cantidad de aire suministrado al espacio, por lo que se debe proporcionar aire adicional al regenerador. La disposición de la FIG. 7B por lo tanto, necesita el uso de 3 ventiladores y 4 persianas.

La FIG. 7C muestra una realización híbrida en la que el acondicionador está usando una presión positiva similar a la FIG. 7A pero en la que el regenerador está bajo presión negativa similar a la FIG. 7B. La diferencia principal es que la corriente 717 de aire ahora se invierte en dirección en comparación con la corriente 706 de aire mezclado en la FIG. 7A y 7B. Esto permite que un solo ventilador 713 suministre aire exterior tanto al acondicionador 301 como al regenerador 312. La corriente 707 de aire de retorno se mezcla ahora con la corriente 717 de aire exterior de modo que se suministra suficiente aire al regenerador. El ventilador 710 está haciendo pasar aire a través del regenerador 312, dando como resultado una presión ligeramente negativa en el regenerador. La ventaja de esta realización es que el sistema solo requiere 2 ventiladores y 2 juegos de persianas. Una ligera desventaja es que el regenerador experimenta presiones negativas y, por lo tanto, es menos capaz de extraer con sifón y tiene un mayor riesgo de que la membrana sea arrastrada a la brecha de aire.

La FIG. 8A muestra el esquema del circuito de flujo de desecante líquido. Los sensores 801 de entalpía de aire empleados antes y después de los módulos de acondicionador y regenerador dan una medición simultánea de la temperatura y humedad del aire. Las mediciones de entalpía antes y después se pueden usar para determinar indirectamente la concentración del desecante líquido. Una menor humedad de salida indica una mayor concentración de desecante. El desecante líquido es tomado de un depósito 805 por la bomba 804 a un nivel apropiadamente bajo debido a que el desecante se estratificará en el depósito. Típicamente, el desecante estará aproximadamente 3-4% menos concentrado cerca de la parte superior del depósito en comparación con el fondo del depósito. La bomba 804 lleva el desecante al puerto 320 de suministro cerca de la parte superior de los acondicionadores. El desecante fluye por detrás de las membranas y sale del módulo a través del puerto 321. El desecante se arrastra a continuación mediante una fuerza de extracción con sifón al depósito 805 mientras pasa un sensor 808 y un sensor 809 de flujo. El sensor 808 se puede usar para determinar la cantidad de burbujas de aire que se forman en el desecante líquido que pasa por el puerto 321 de drenaje. Este sensor se puede usar para determinar si las propiedades de la membrana están cambiando: la membrana deja pasar una pequeña cantidad de aire así como vapor de agua. Este aire forma burbujas en la corriente de desecante líquido de salida. Un cambio en el tamaño de poro de la membrana, por ejemplo debido a la degradación del material de la membrana, conducirá a un aumento en la frecuencia de las burbujas y en los tamaños de las burbujas, siendo iguales todas las demás condiciones. El sensor 808 puede por lo tanto usarse para predecir la falla o degradación de la membrana mucho antes de que ocurra una falla catastrófica. El sensor 809 de flujo se usa para asegurar que la cantidad apropiada de desecante esta retornando al depósito 805. Una falla en el módulo de membrana daría como resultado un retorno de desecante pequeño o nulo y, por lo tanto, el sistema puede detenerse. También sería posible integrar los sensores 808 y 809 en un solo sensor que incorpore ambas funciones o, por ejemplo, para que el sensor 808 registre que no están pasando más burbujas de aire como una indicación de flujo detenido.

De nuevo en la FIG. 8A, una segunda bomba 806 extrae el desecante líquido diluido a un nivel superior del depósito. El desecante diluido estará más alto en el depósito ya que el desecante se estratificará si se tiene cuidado de no perturbar demasiado el desecante. El desecante diluido se bombea luego a través de un intercambiador 807 de calor a la parte superior del puerto 323 de suministro del módulo de regenerador. El regenerador reconcentra el desecante y sale del regenerador en el puerto 324. El desecante concentrado luego pasa al otro lado del intercambiador 807 de calor, y pasa un conjunto de sensores 808 y 809 similares a los usados en la salida del acondicionador. El desecante se lleva de vuelta al depósito en el desecante estratificado a un nivel aproximadamente igual a la concentración del desecante que sale del regenerador.

El depósito 805 también está equipado con un sensor 803 de nivel. El sensor de nivel se puede usar para determinar el nivel de desecante en el depósito, pero también es una indicación del desecante de concentración promedio en el depósito. Ya que el sistema está cargado con una cantidad fija de desecante y el desecante solo absorbe y desorbe el vapor de agua, el nivel puede usarse para determinar la concentración promedio en el depósito.

La FIG. 8B ilustra un árbol de decisión simple para monitorizar el nivel de desecante en un sistema de desecante líquido. El sistema de control inicia las bombas de desecante y espera unos minutos para que el sistema alcance un estado estable. Si después del período de arranque inicial el nivel de desecante aumenta (lo que indica que se elimina más vapor de agua del aire, y luego se elimina en el regenerador, entonces el sistema puede corregir aumentando la temperatura de regeneración, por ejemplo cerrando la válvula 304b de derivación en FIG. 3A o cerrando la válvula 325 del circuito de derivación también en la FIG. 3A.

La FIG. 9A muestra un sistema de control de desecante líquido en el que se emplean dos depósitos 805 y 902. La adición del segundo depósito 902 puede ser necesaria si el aire del acondicionador y del regenerador no están cerca uno del otro. Ya que es deseable el desecante con extracción con sifón, tener un depósito cerca o debajo del acondicionador y a veces del regenerador, es una necesidad. Una válvula 901 de 4 vías también se puede agregar al sistema. La adición de una válvula de 4 vías permite que el desecante líquido sea enviado desde el depósito 805 acondicionador al módulo 312 del regenerador. El desecante líquido ahora puede recoger vapor de agua de la corriente de 322 aire de retorno. El regenerador no se calienta por el fluido de transferencia de calor en este modo de funcionamiento. El desecante líquido diluido ahora se dirige de vuelta a través del intercambiador 807 de calor y al módulo 301 acondicionador. El módulo acondicionador no está siendo enfriando por el fluido de transferencia de calor. De hecho, es posible calentar el módulo acondicionador y enfriar el regenerador, lo que hace que funcionen de forma opuesta a su funcionamiento normal. De esta manera, es posible agregar calor y humedad al aire 319 exterior y recuperar el calor y la humedad del aire de retorno. Cabe señalar que si se desea recuperar calor así como humedad, se puede evitar el paso por el intercambiador 807 de calor. El segundo depósito 902 tiene un segundo sensor 903 de nivel. El esquema de monitorización de la FIG. 8B todavía se puede emplear simplemente sumando las dos señales de nivel y usando el nivel combinado como el nivel que se va a controlar.

La FIG. 9B ilustra el diagrama de flujo de los desecantes líquidos si la válvula 901 de 4 vías está configurada en una posición aislada. En esta situación, no se mueve ningún desecante entre los dos lados y cada lado es independiente del otro lado. Este modo de operación puede ser útil si se necesita obtener muy poca deshumidificación en el acondicionador. El regenerador podría estar efectivamente inactivo en ese caso.

La FIG. 10A ilustra un conjunto de placas 1007 de membrana montadas en una carcasa 1003. El aire 1001 de suministro es arrastrado a través de las placas 1007 de membrana por el ventilador 1002. Esta disposición resulta en una presión negativa alrededor de las placas de membrana en comparación con el ambiente fuera de la carcasa 1003 como se discutió anteriormente. Con el fin de mantener un equilibrio de presión apropiado por encima del depósito 805 de desecante líquido, un tubo pequeño o manguera 1006 conecta el área 1010 de baja presión con la parte superior del depósito 805. Además, se emplea una manguera 1009 vertical pequeña cerca del puerto 320 superior del módulo de membrana en el que está presente una pequeña cantidad de desecante 1008. El nivel de desecante 1008 puede mantenerse a una altura uniforme dando que resulta en un suministro controlado de desecante a las placas 1007 de membrana. Un tubo 1015 de flujo en exceso asegura que si el nivel de desecante en la manguera 1009 vertical aumenta demasiado -y por lo tanto se aplica demasiada presión de desecante sobre las membranas- el exceso de desecante se drena de nuevo al depósito 805, evitando de este modo las placas 1007 de membrana y evitando así el daño potencial de la membrana.

De nuevo haciendo referencia a la FIG. 10A, la parte inferior de la carcasa 1003 está ligeramente inclinada hacia una esquina 1004 en la que está montada un sensor 1005 de conductividad. El sensor de conductividad puede detectar cualquier cantidad de líquido que pueda haber caído desde las placas 1007 de membrana y de este modo es capaz de detectar cualquier problema o fuga en las placas de membrana.

La FIG. 10B muestra un sistema similar al de 10A, excepto que el ventilador 1012 está ahora situado en el lado opuesto de las placas 1007 de membrana. La corriente 1013 de aire ahora es empujada a través de las placas 1007 que resulta en una presión positiva en la carcasa 1003. Un pequeño tubo o manguera 1014 se usa ahora para conectar el área 1011 de baja presión al aire en la parte superior del depósito 805. La conexión entre el punto de baja presión y el depósito permite la mayor diferencia de presión entre el desecante líquido detrás de la membrana y el aire, que resulta en un buen rendimiento de la extracción con sifón. Aunque no se muestra, un tubo de flujo en exceso similar al tubo 1015 en la FIG. 10A se puede proporcionar para asegurar que si el nivel de desecante en el flujo en exceso se eleva demasiado - y por lo tanto se aplica demasiada presión de desecante sobre las membranas - el exceso de desecante se drena de nuevo al depósito 805, evitando así las placas 1007 de membrana y por lo tanto evitando el daño potencial de la membrana. Habiendo descrito de este modo varias realizaciones ilustrativas, debe apreciarse que aquellos expertos en la técnica podrán realizar fácilmente diversas alteraciones, modificaciones y mejoras. Aunque algunos ejemplos presentados aquí implican combinaciones específicas de funciones o elementos estructurales, debe entenderse que esas funciones y elementos pueden combinarse de otras formas, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, para lograr los mismos o diferentes objetivos. En particular, los actos, elementos y características discutidos en relación con una realización no están destinados a ser excluidos de funciones similares u otros en otras realizaciones. Adicionalmente, los elementos y componentes descritos aquí pueden dividirse adicionalmente en componentes adicionales o unirse entre sí para formar menos componentes para realizar las mismas funciones. En consecuencia, la descripción anterior y los dibujos adjuntos son solo a modo de ejemplo, y no se pretende que sean limitantes.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de aire acondicionado desecante para tratar una corriente de aire que ingresa a un espacio de construcción, donde el sistema de aire acondicionado desecante puede conmutar entre operar en un modo de operación de clima cálido y en un modo de operación de clima frío, que comprende:
- 5 un acondicionador (301) configurado para exponer la corriente de aire a un desecante líquido de tal manera que el desecante líquido deshumidifica la corriente de aire en el modo de operación de clima cálido y humidifica la corriente de aire en el modo de operación de clima frío, donde el acondicionador (301) incluye una pluralidad de estructuras (11) de placas dispuestas en una orientación vertical y separadas para permitir que la corriente de aire fluya entre las estructuras (11) de placa, incluyendo cada estructura (11) de placa un paso a través del cual un fluido de transferencia de calor puede fluir, teniendo cada estructura (11) de placa también al menos una superficie (255) a través de la cual puede fluir el desecante líquido;
- 10 un regenerador (312) conectado al acondicionador (301) para recibir el desecante líquido del acondicionador (301), donde dicho regenerador (312) causa que el desecante líquido desorba el agua en el modo de operación del clima cálido y absorba agua en el modo de operación de clima frío de una corriente de aire de retorno, incluyendo el regenerador (312) una pluralidad de estructuras (27) de placas dispuestas en una orientación vertical y separadas para permitir que la corriente de aire de retorno fluya entre las estructuras (27) de placas, teniendo cada estructura (27) de placa un paso interno a través del cual puede fluir un fluido de transferencia de calor, teniendo cada estructura (27) de placa también una superficie (255) externa a través de la cual puede fluir el desecante líquido;
- 15 un circuito (320, 321, 323, 324) de desecante líquido para hacer circular el desecante líquido entre el acondicionador (301) y el regenerador (312);
- 20 un sistema (317) de fuente de calor o fuente de frío para transferir calor al fluido de transferencia de calor usado en el acondicionador (301) en el modo de operación de clima frío, para recibir calor del fluido de transferencia de calor usado en el acondicionador (301) en el modo de operación de clima cálido, para transferir calor al fluido de transferencia de calor usado en el regenerador (312) en el modo de operación de clima cálido, o para recibir calor del fluido de transferencia de calor usado en el regenerador (312) en el modo de operación de clima frío;
- 25 un circuito (302) de fluido de transferencia de calor del acondicionador para hacer circular el fluido de transferencia de calor a través del acondicionador (301) y que intercambia calor con el sistema (317) de fuente de calor o fuente de frío;
- 30 un circuito (313) de fluido de transferencia de calor del regenerador para hacer circular el fluido de transferencia de calor a través del regenerador (312) y que intercambia calor con el sistema (317) de fuente de calor o fuente de frío;
- y **caracterizado por** una válvula (314) de conmutación para acoplar selectivamente el circuito (313) de fluido de transferencia de calor del regenerador al circuito (302) de fluido de transferencia de calor del acondicionador.
2. El sistema de la reivindicación 1;
- 35 ya sea en el que el circuito (302) de fluido de transferencia de calor del acondicionador incluye un sistema (304a) de derivación que habilita selectivamente una porción dada del fluido de transferencia de calor para evitar la fuente de calor del acondicionador o la fuente fría del acondicionador para permitir el control de temperatura de la corriente de aire que entra al edificio;
- o en el que el circuito (313) de fluido de transferencia de calor del regenerador incluye un sistema (304b) de derivación que habilita selectivamente una porción dada del fluido de transferencia de calor para evitar la fuente de calor del regenerador o la fuente fría del regenerador para permitir controlar la concentración de desecante para controlar la humedad de la corriente de aire que entra al edificio.
- 40 3. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además un sistema (326) de rechazo de calor acoplado al circuito (313) de fluido de transferencia de calor del regenerador para rechazar calor adicional del sistema para permitir el control de la cantidad de calor liberado por el sistema a través del regenerador (312).
- 45 4. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema (317) de fuente de calor o fuente de frío comprende un compresor (317) del refrigerante para comprimir un refrigerante que fluye a través de un circuito (316) del refrigerante, en el que el calor se transfiere entre el circuito (316) del refrigerante y el circuito (302) de fluido de transferencia de calor del acondicionador a través de un intercambiador (310a) de calor, y en el que el calor se transfiere entre el circuito del refrigerante y el circuito (313) de fluido de transferencia de calor del regenerador a través de otro intercambiador de calor.
- 50 5. El sistema de la reivindicación 4, que comprende además una válvula para invertir el flujo a través del circuito (316) del refrigerante para conmutar entre los modos de operación en climas fríos y en climas cálidos.

6. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema (317) de fuente de calor o fuente de frío comprende una fuente geotermal, una torre de enfriamiento, un enfriador por evaporación indirecta, un circuito de agua helada, un circuito de salmuera enfriada, un circuito de vapor, un calentador de agua solar, un horno de gas o una fuente de calor residual.

7. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además:

5 un enfriador (505) por evaporación indirecta; y un desviador (502) para desviar una porción seleccionada de la corriente de aire que ha fluido a través del acondicionador (301) al enfriador (505) por evaporación indirecta en el modo de operación del clima cálido,

10 en el que el enfriador (505) por evaporación recibe una corriente de agua y fluido de transferencia de calor del circuito (302) de fluido de transferencia de calor del acondicionador y enfría el fluido de transferencia de calor evaporando la corriente de agua.

15 8. El sistema de la reivindicación 7, en el que el enfriador (505) por evaporación indirecta comprende una pluralidad de estructuras (11) de placa dispuestas en una orientación vertical y separadas para permitir que la porción desviada de la corriente de aire fluya entre las estructuras (11) de placas, donde cada estructura (11) de placa incluye un paso a través del cual fluye el fluido de transferencia de calor, teniendo cada estructura (11) de placa al menos una superficie a través de la cual puede fluir la corriente de agua que se va a evaporar.

9. El sistema de la reivindicación 8, en el que el enfriador (505) por evaporación indirecta comprende además una membrana posicionada próxima a la al menos una superficie de la estructura (11) de placa entre la corriente de agua que se va a evaporar y la porción desviada de la corriente de aire.

20 10. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además un evaporador (505) para humidificar una corriente de aire para combinarse con la corriente de aire que sale del acondicionador (301) en el modo de operación de clima frío, en el que dicho evaporador (505) recibe la corriente de agua y el fluido de transferencia de calor del acondicionador (301) para usar en la evaporación de la corriente de agua.

25 11. El sistema de la reivindicación 10, en el que el evaporador (505) comprende una pluralidad de estructuras (11) de placa dispuestas en una orientación vertical y separadas para permitir que la corriente de aire fluya entre las estructuras (11) de placa, donde cada estructura (11) de placa incluye un paso a través del cual fluye el fluido de transferencia de calor, teniendo cada estructura (11) de placa al menos una superficie a través de la cual puede fluir la corriente de agua que se va a evaporar.

30 12. El sistema de la reivindicación 11, en el que el evaporador (505) comprende además una membrana colocada próxima a la al menos una superficie de la estructura (11) de placa entre la corriente de agua que se va a evaporar y la corriente de aire.

35 13. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema (317) de fuente de calor o fuente de frío comprende un primer compresor (317) del refrigerante para comprimir un refrigerante que fluye a través de un primer circuito (316) del refrigerante y un segundo compresor (606) del refrigerante para comprimir un refrigerante que fluye a través de un segundo circuito del refrigerante, en el que el calor se transfiere entre el primer circuito (316) del refrigerante y el circuito (302) de fluido de transferencia de calor del acondicionador y el calor se transfiere entre el segundo circuito del refrigerante y el circuito (302, 601) de fluido de transferencia de calor del acondicionador a través de uno o más intercambiadores (310a, 605) de calor en paralelo, y en el que el calor se transfiere entre el primer circuito (316) del refrigerante y el circuito (313, 609) de fluido de transferencia de calor del regenerador y el calor se transfiere entre el segundo circuito del refrigerante y el circuito (313) de fluido de transferencia de calor del regenerador a través de uno o más intercambiadores (605, 310b) de calor adicionales en paralelo.

45 14. El sistema de la reivindicación 1, en el que el sistema (317) de fuente de calor o fuente de frío comprende un primer compresor (652a) del refrigerante para comprimir un refrigerante que fluye a través de un primer circuito (651a) del refrigerante y un segundo compresor (652b) del refrigerante para comprimir un refrigerante que fluye a través de un segundo circuito (651b) del refrigerante, en el que se transfiere calor entre el circuito (302) de fluido de transferencia de calor del acondicionador y el primer circuito (651a) del refrigerante a través de un primer intercambiador (310a) de calor, en el que el calor se transfiere entre el primer circuito (651a) del refrigerante y el segundo circuito (651b) del refrigerante a través de un segundo intercambiador (655) de calor, y en el que el calor se transfiere entre el segundo circuito (651b) del refrigerante y el circuito (313) de fluido de transferencia de calor del regenerador a través de un tercer intercambiador (310b) de calor.

50 15. El sistema de la reivindicación 1, en el que cada una de la pluralidad de estructuras (11, 27) de placas en el acondicionador (301) y el regenerador (312) incluye un colector separado para recoger el desecante líquido que ha fluido a través de la estructura (11, 27) de placa.

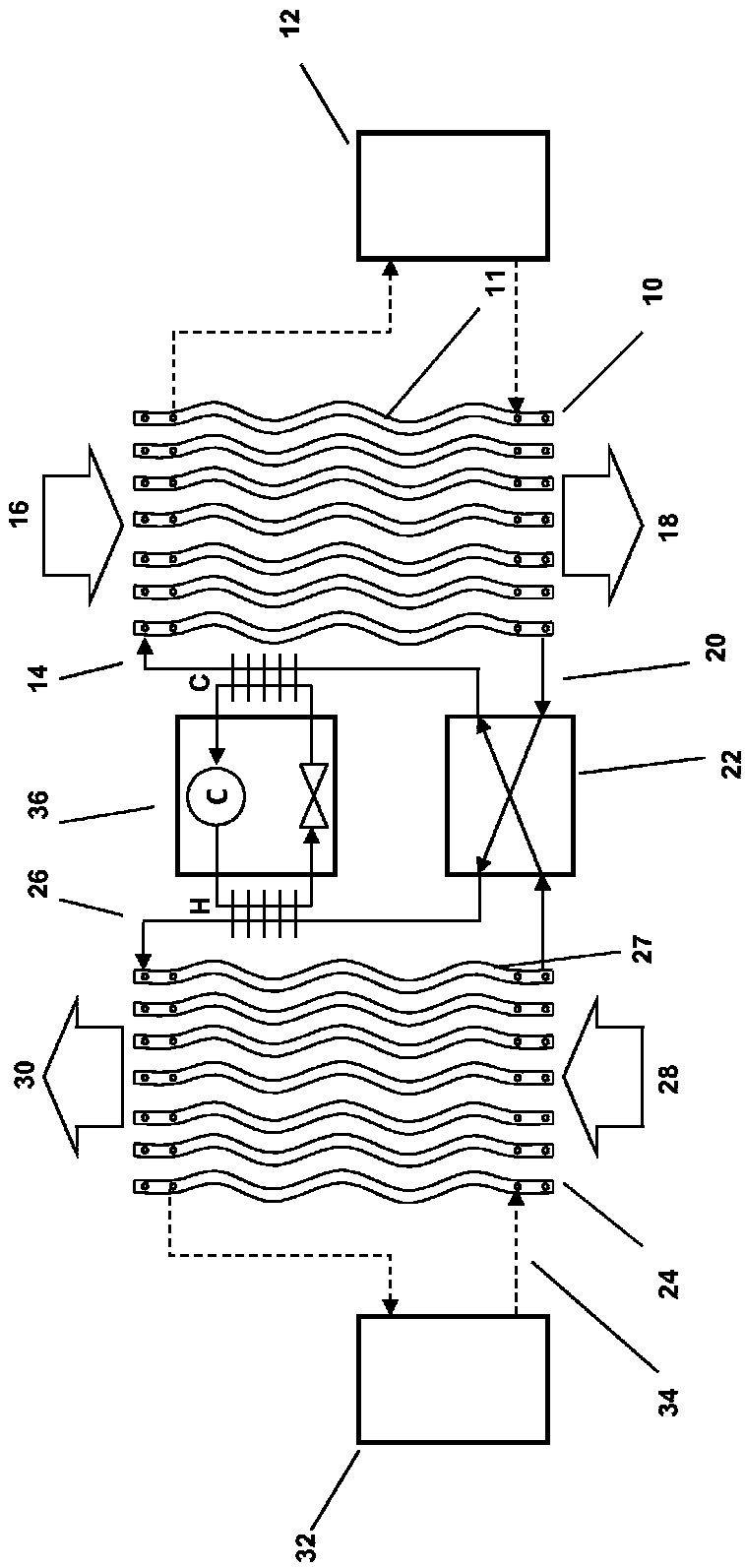


FIG. 1

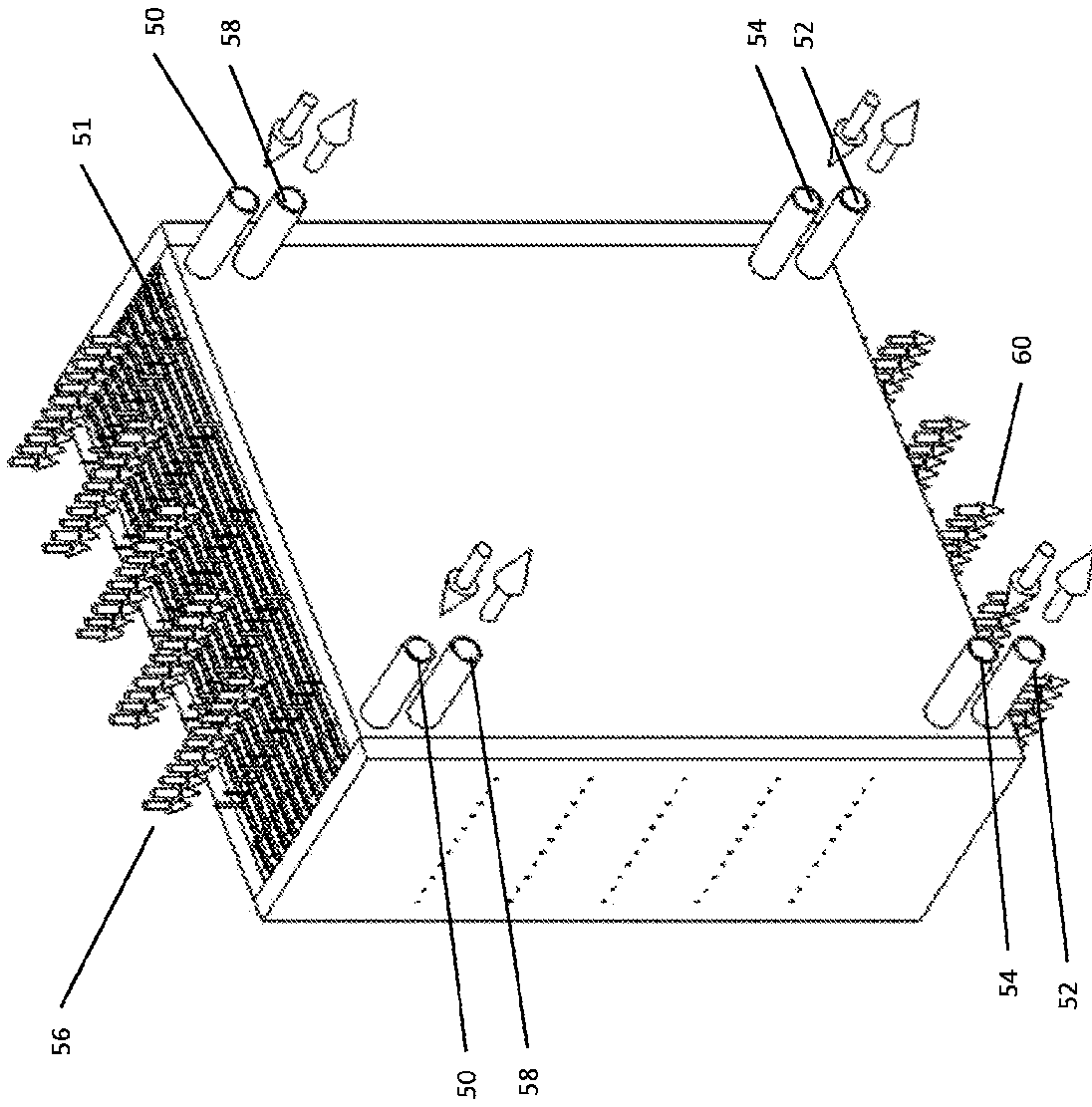


FIG. 2A

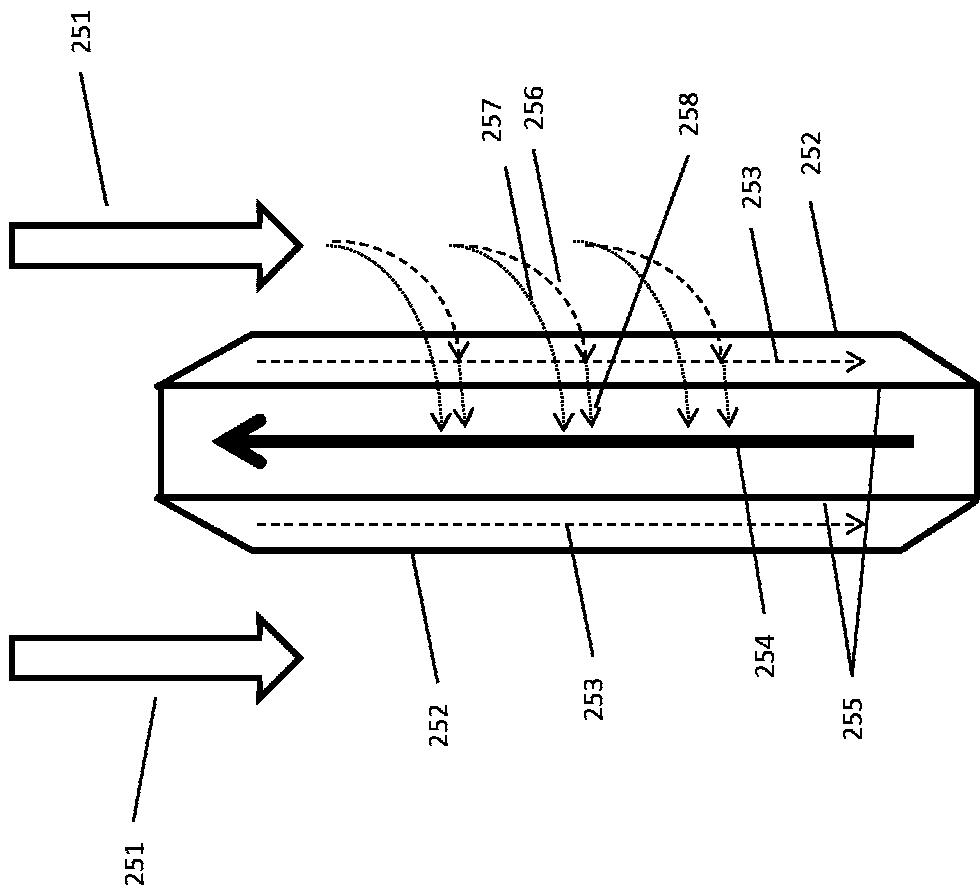


FIG. 2B

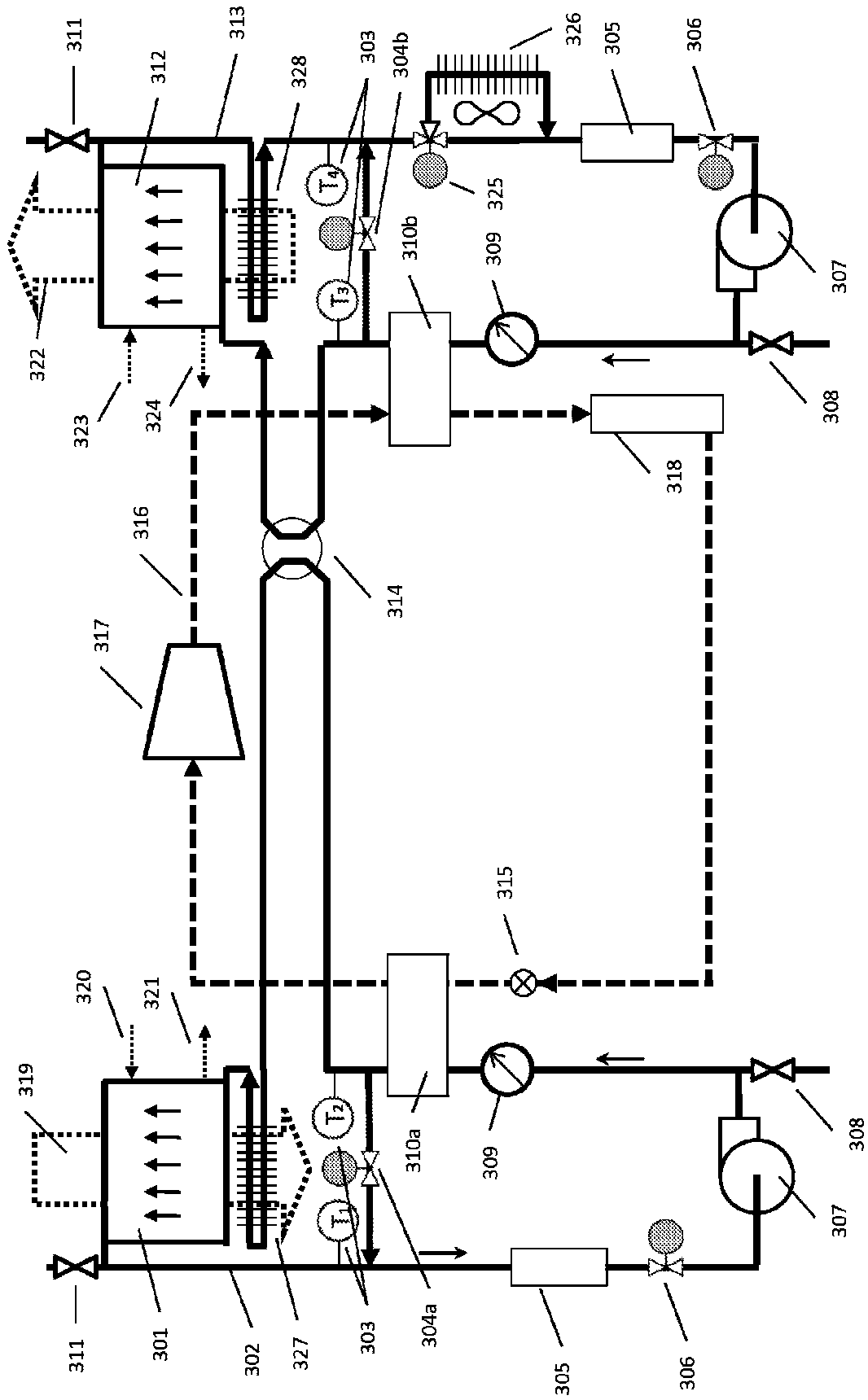


FIG. 3A

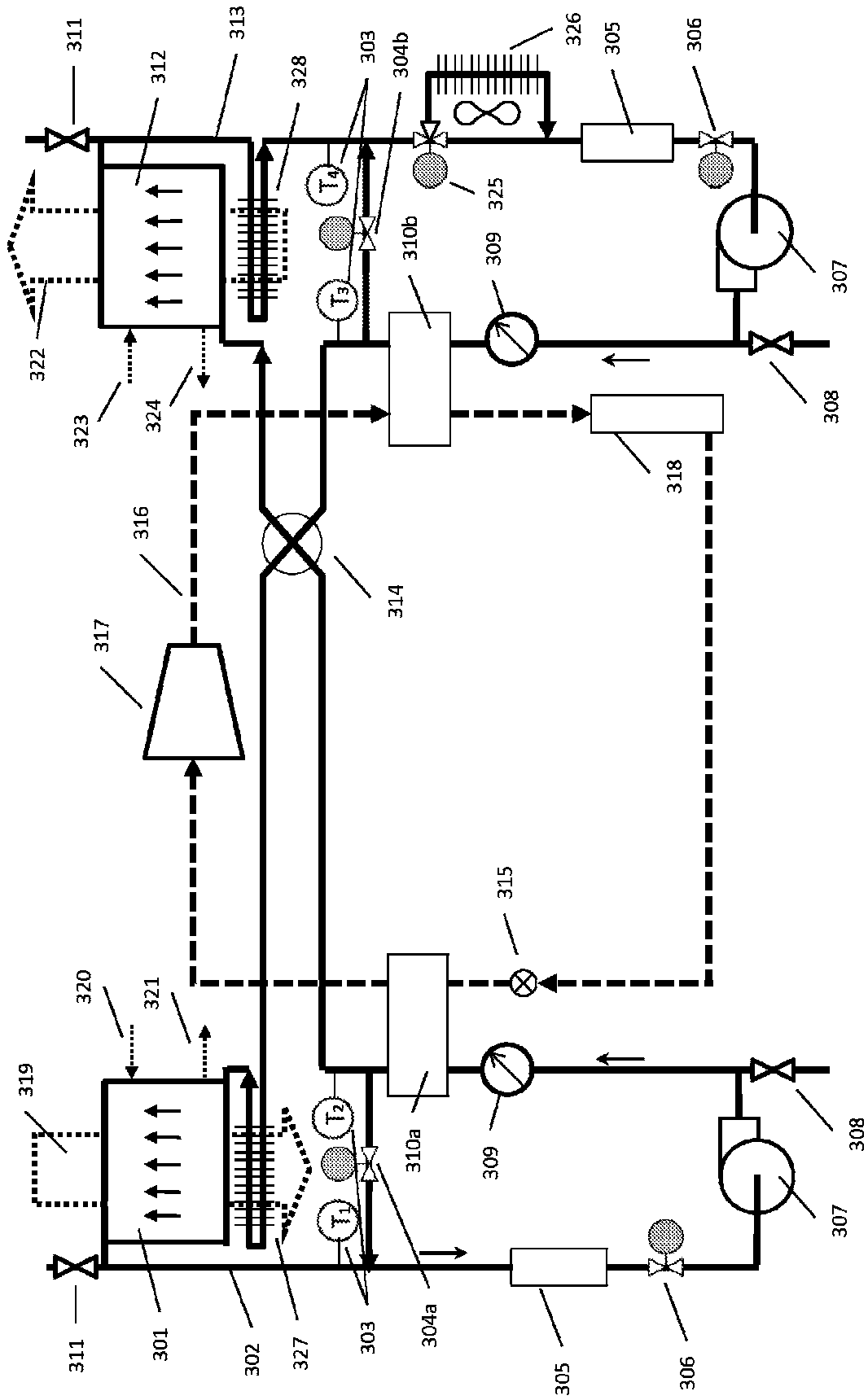


FIG. 3B

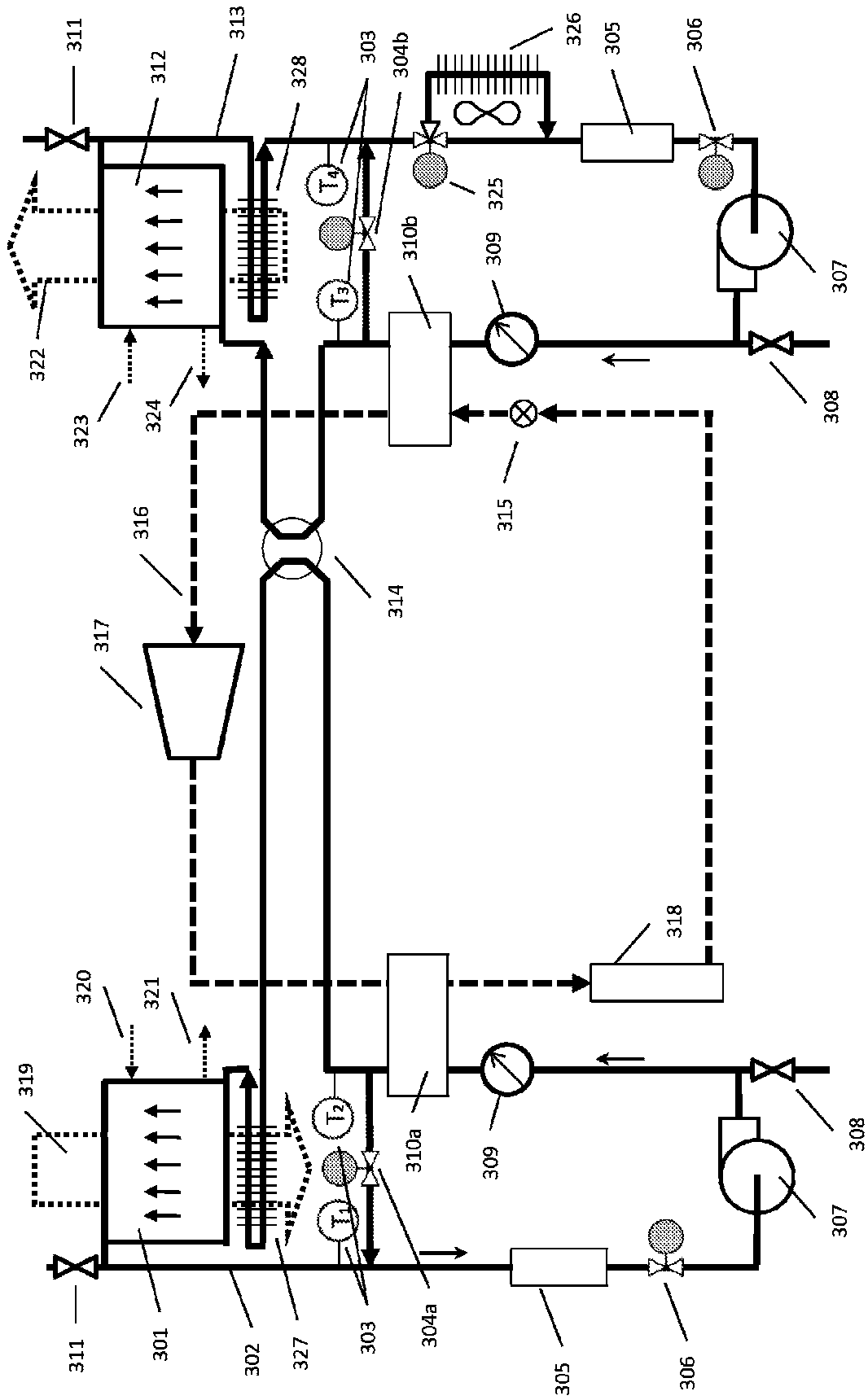


FIG. 3C

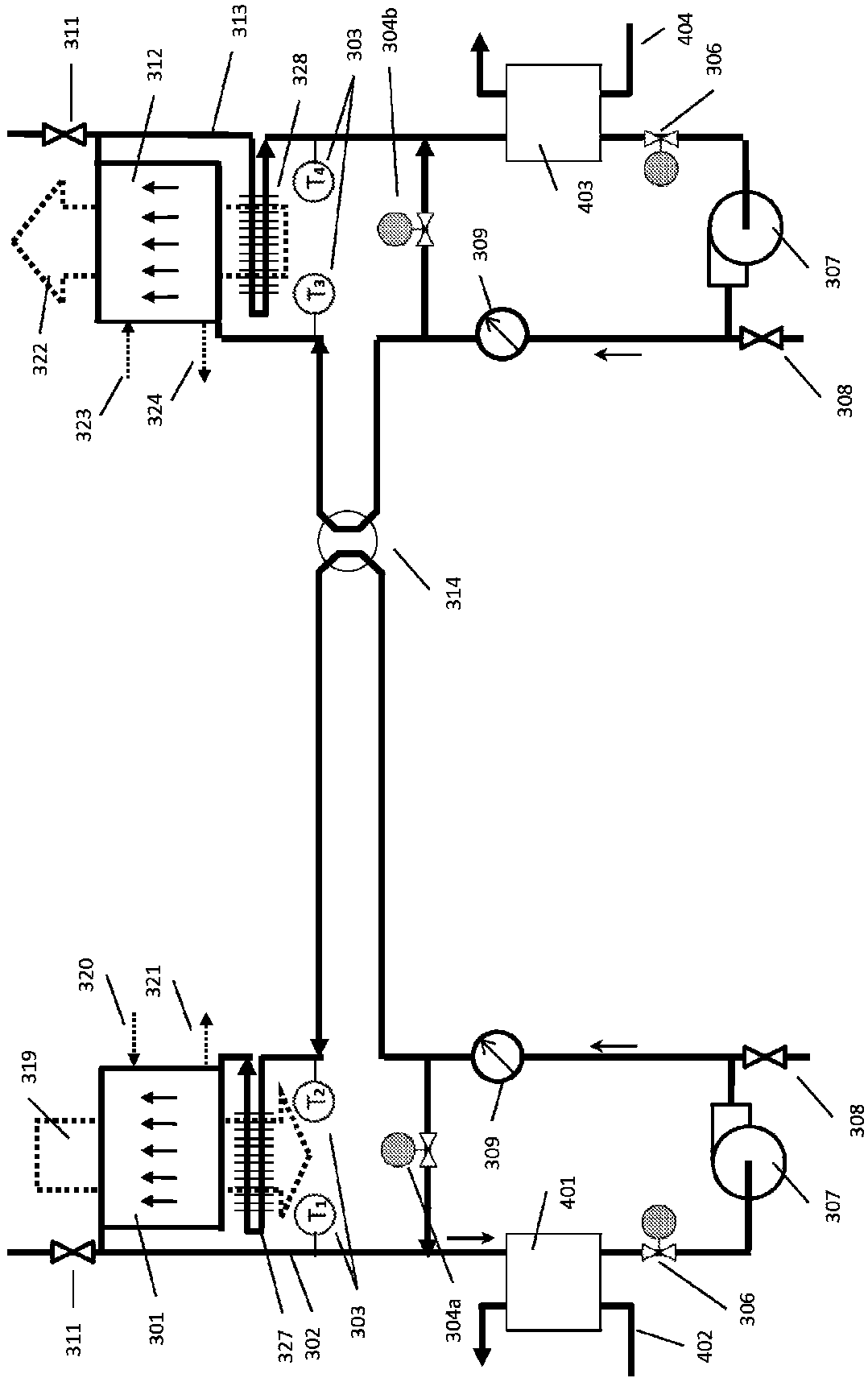


FIG. 4A

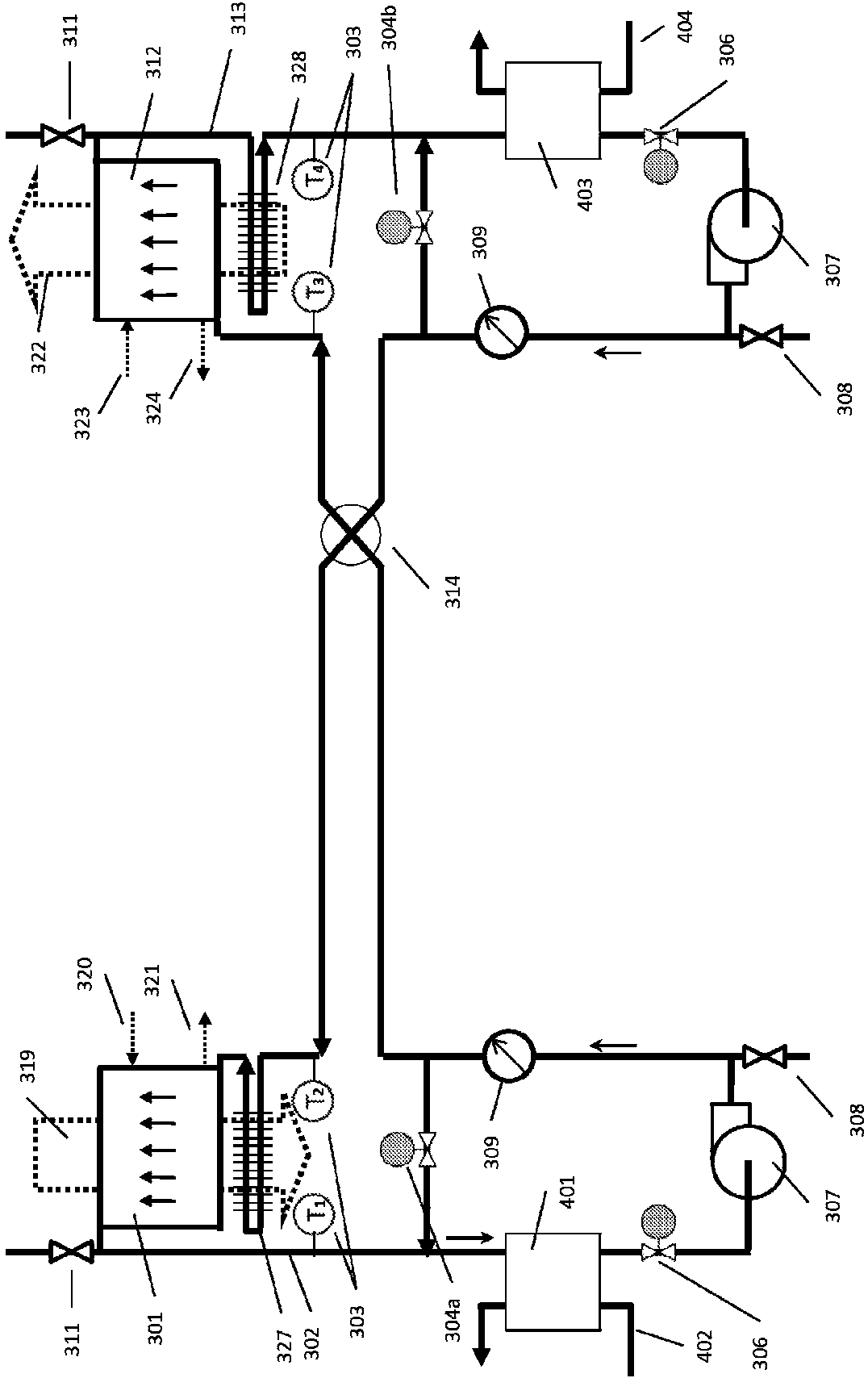


FIG. 4B

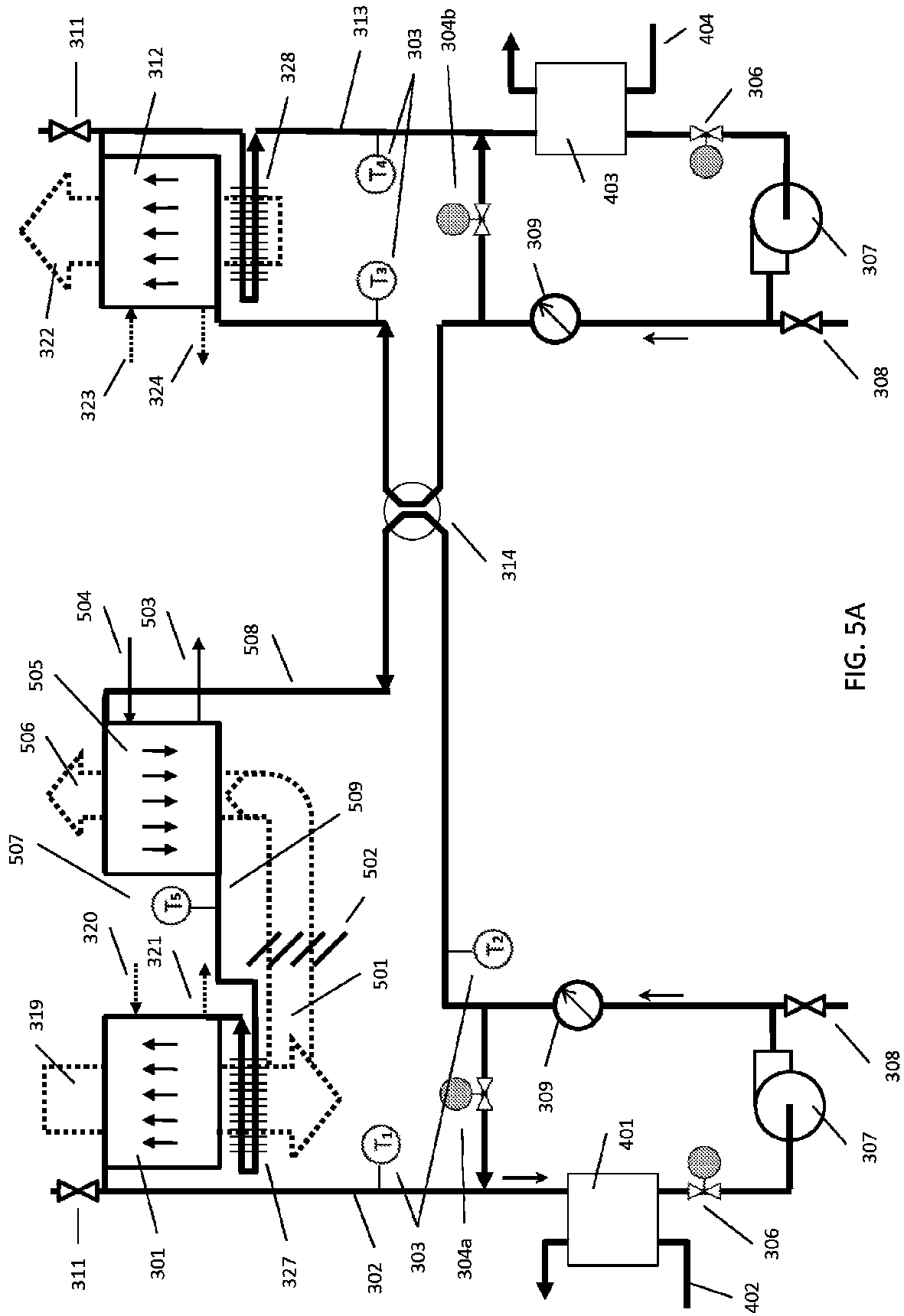


FIG. 5A

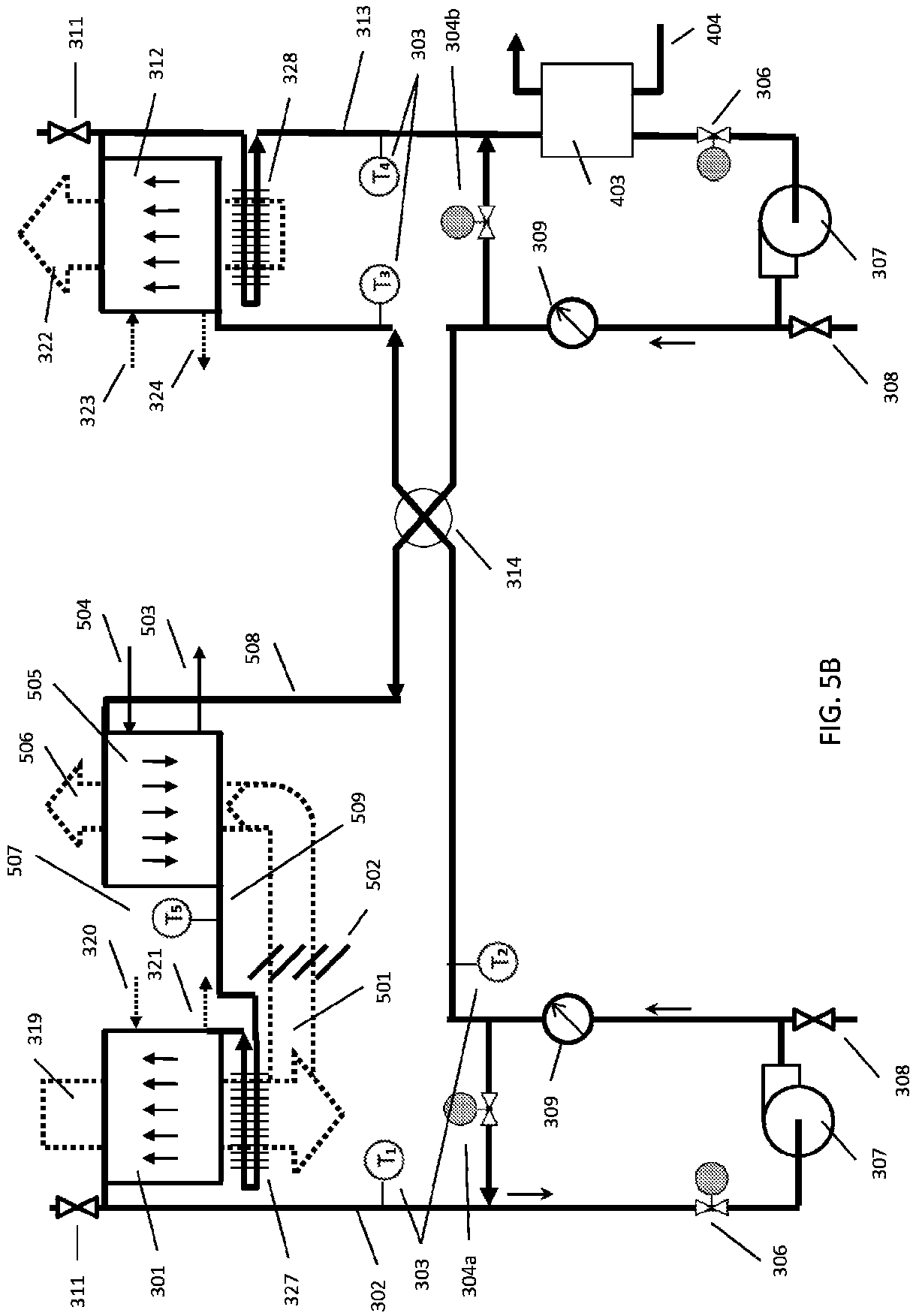


FIG. 5B

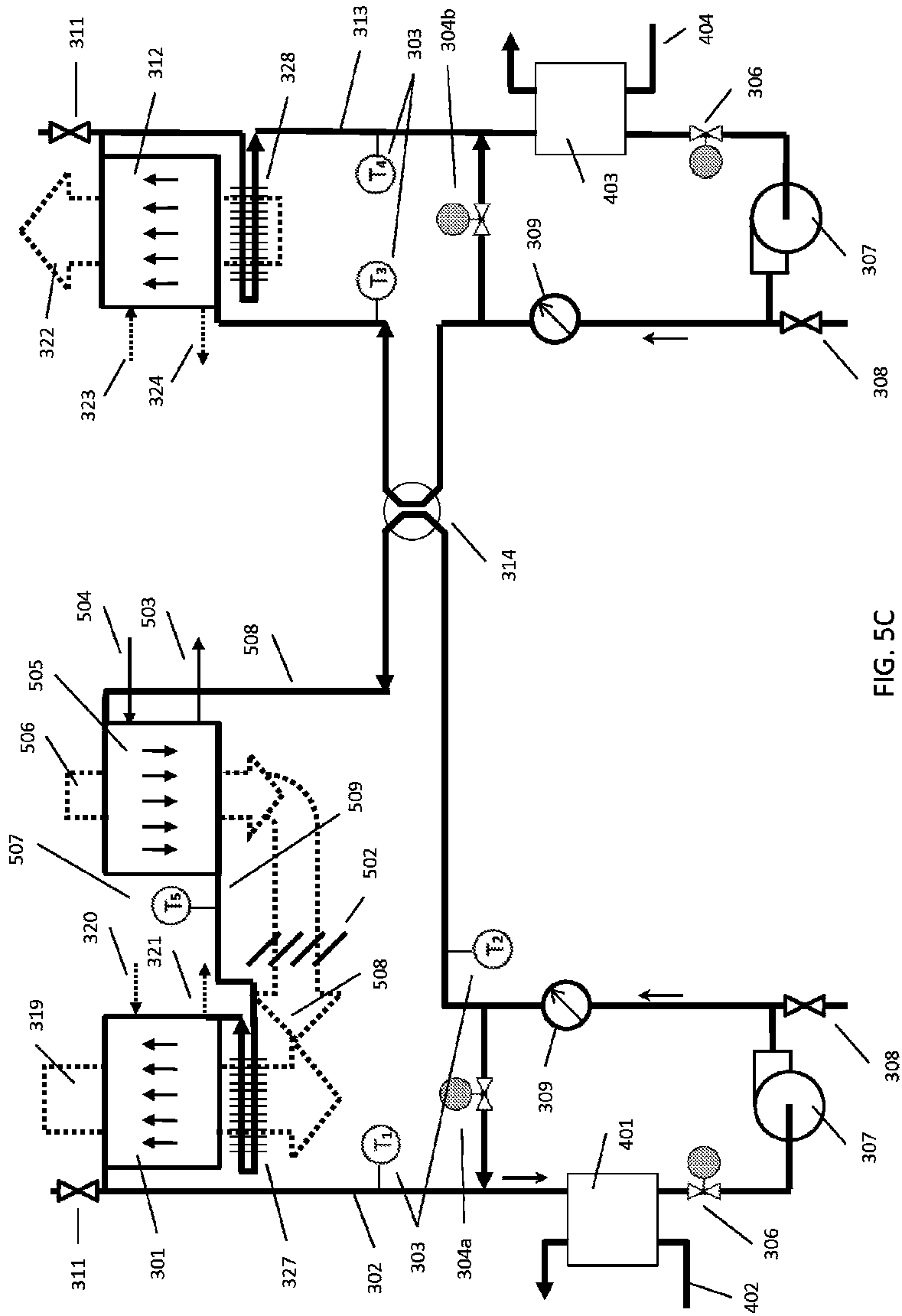


FIG. 5C

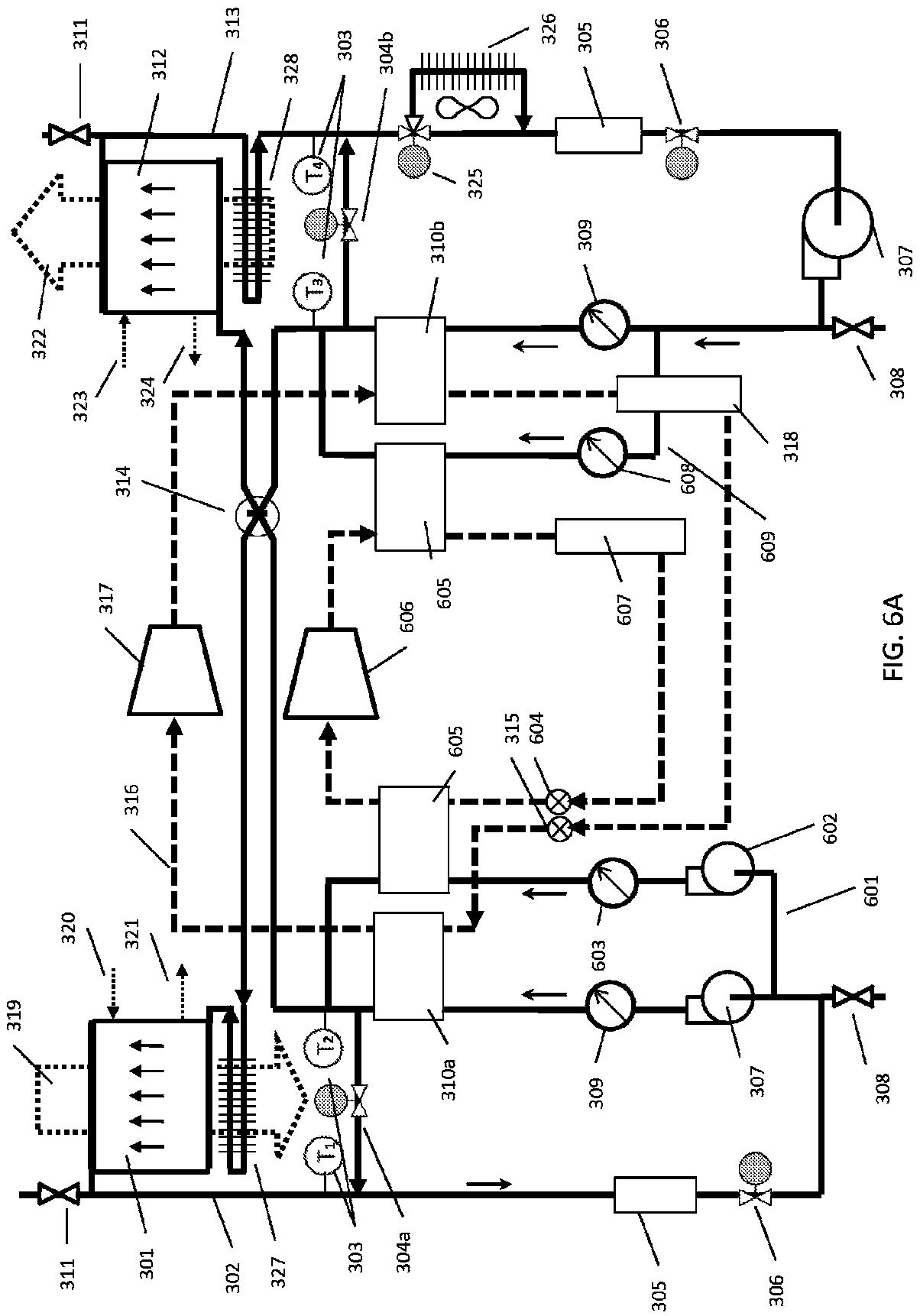


FIG. 6A

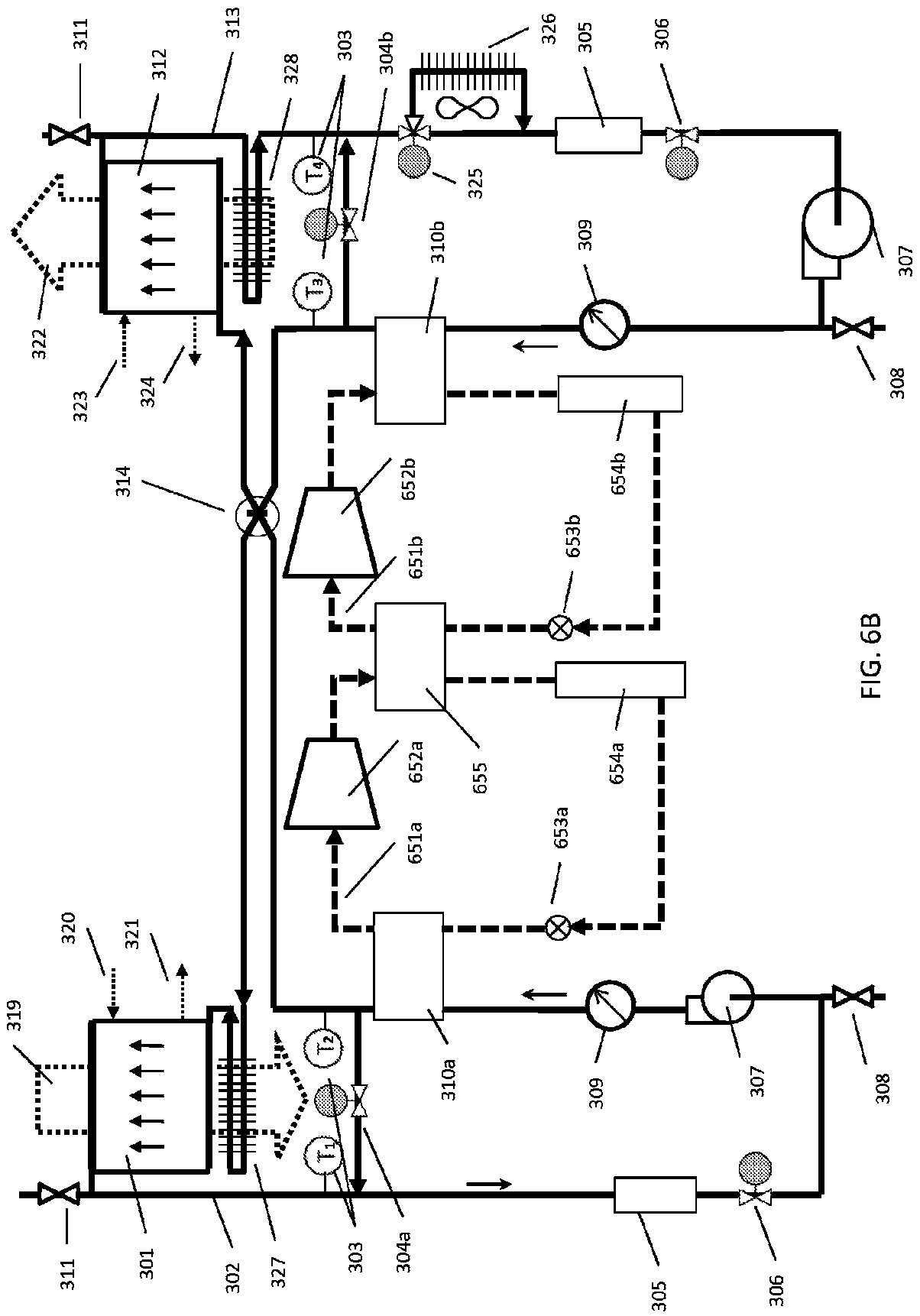


FIG. 6B

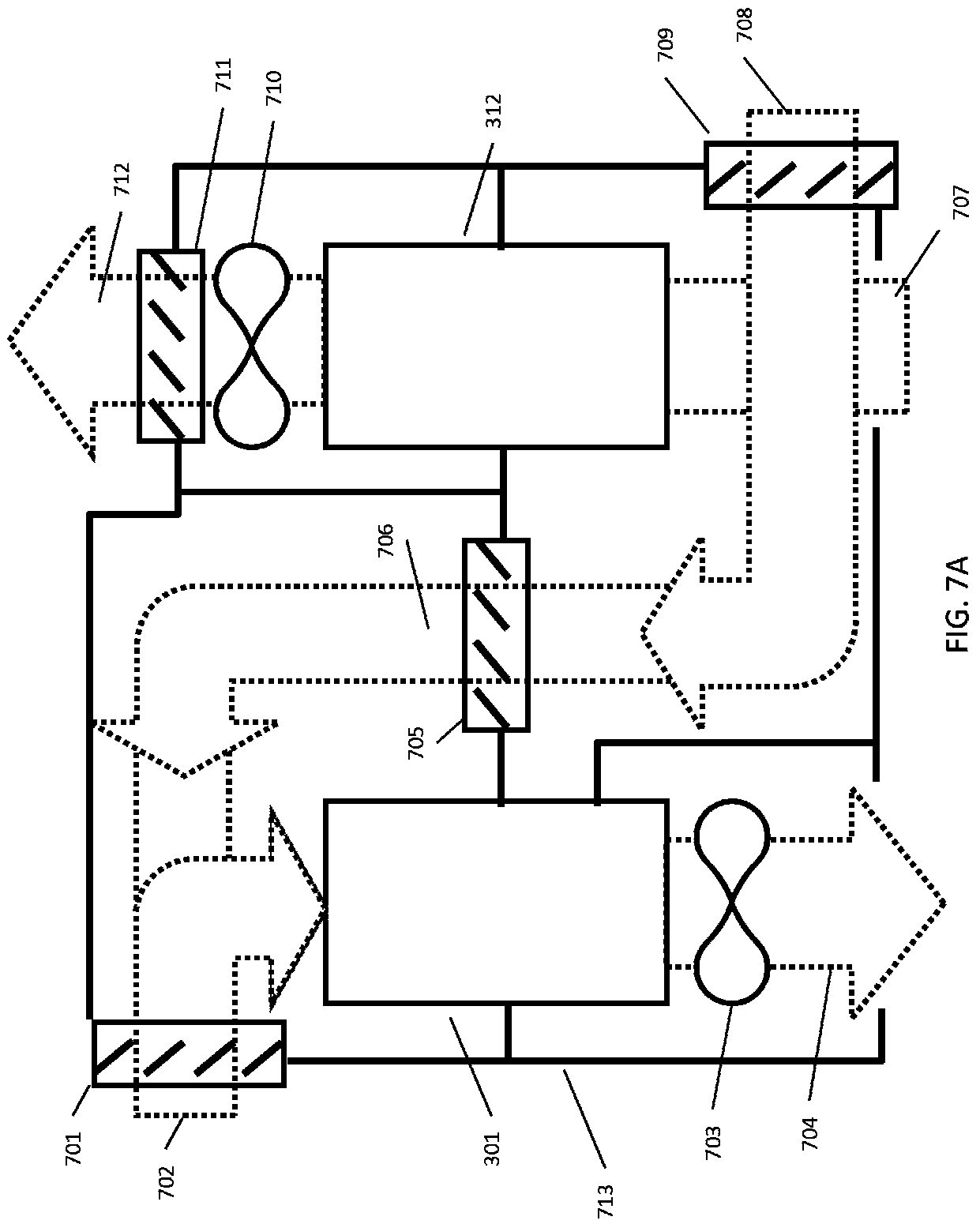


FIG. 7A

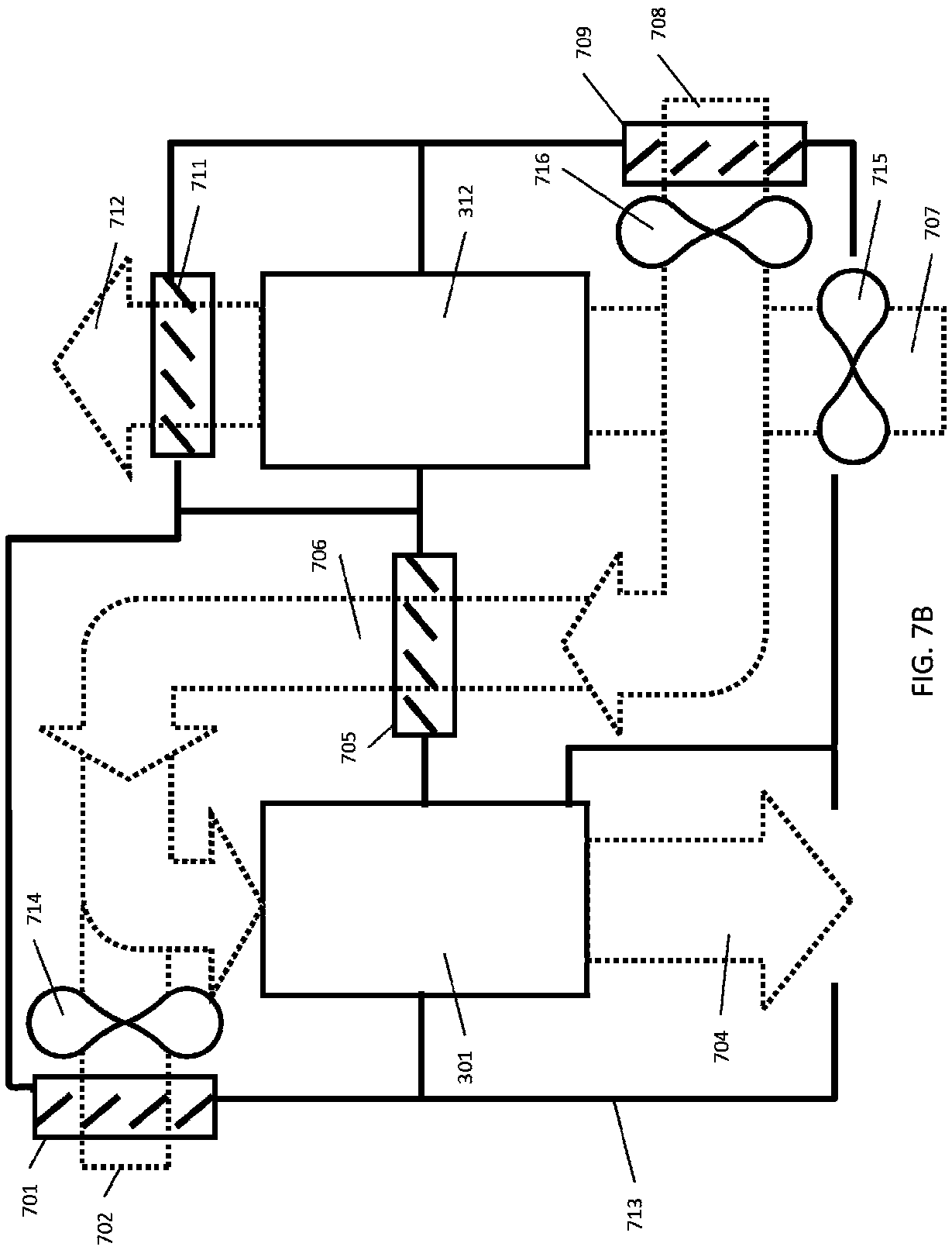


FIG. 7B

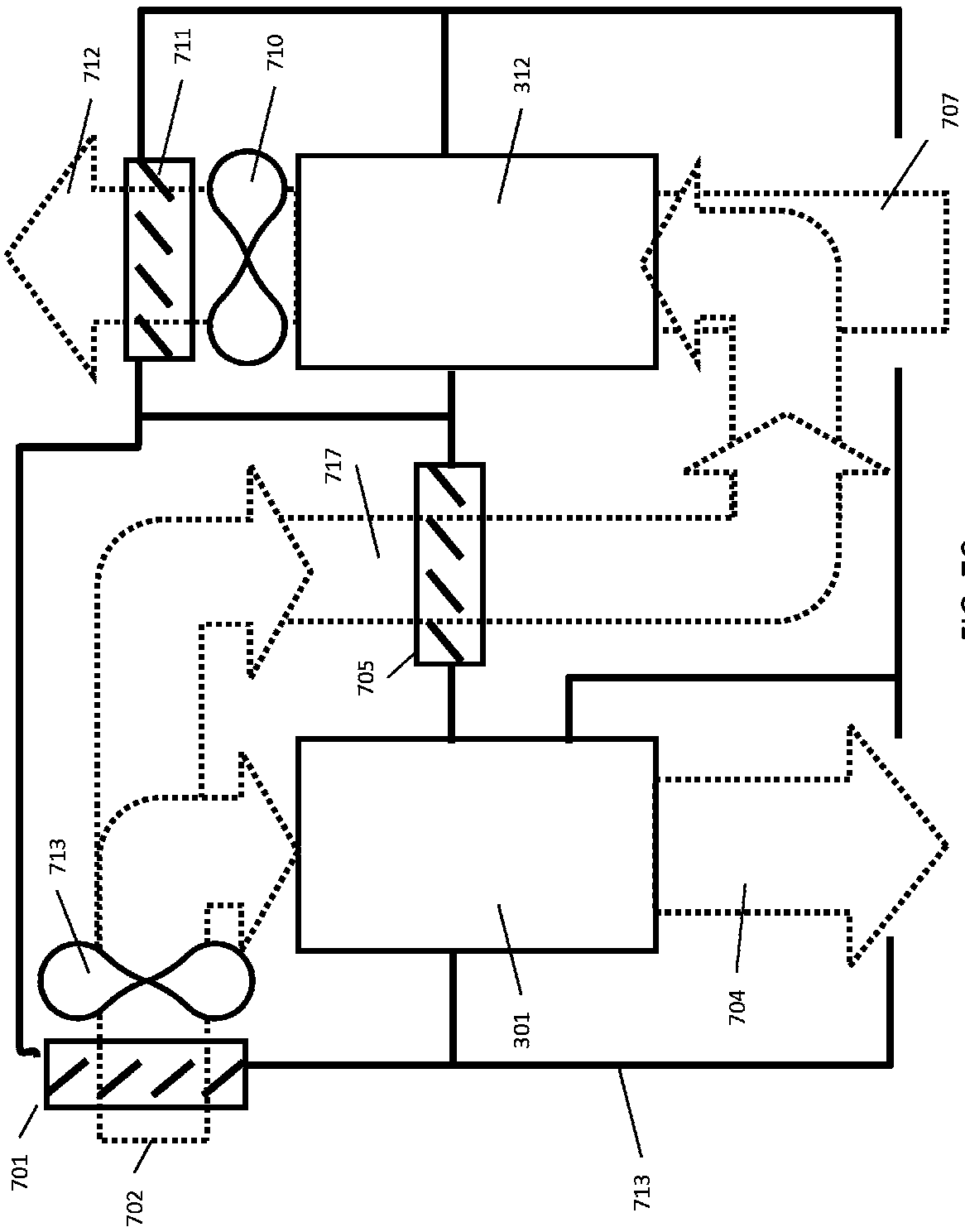


FIG. 7C

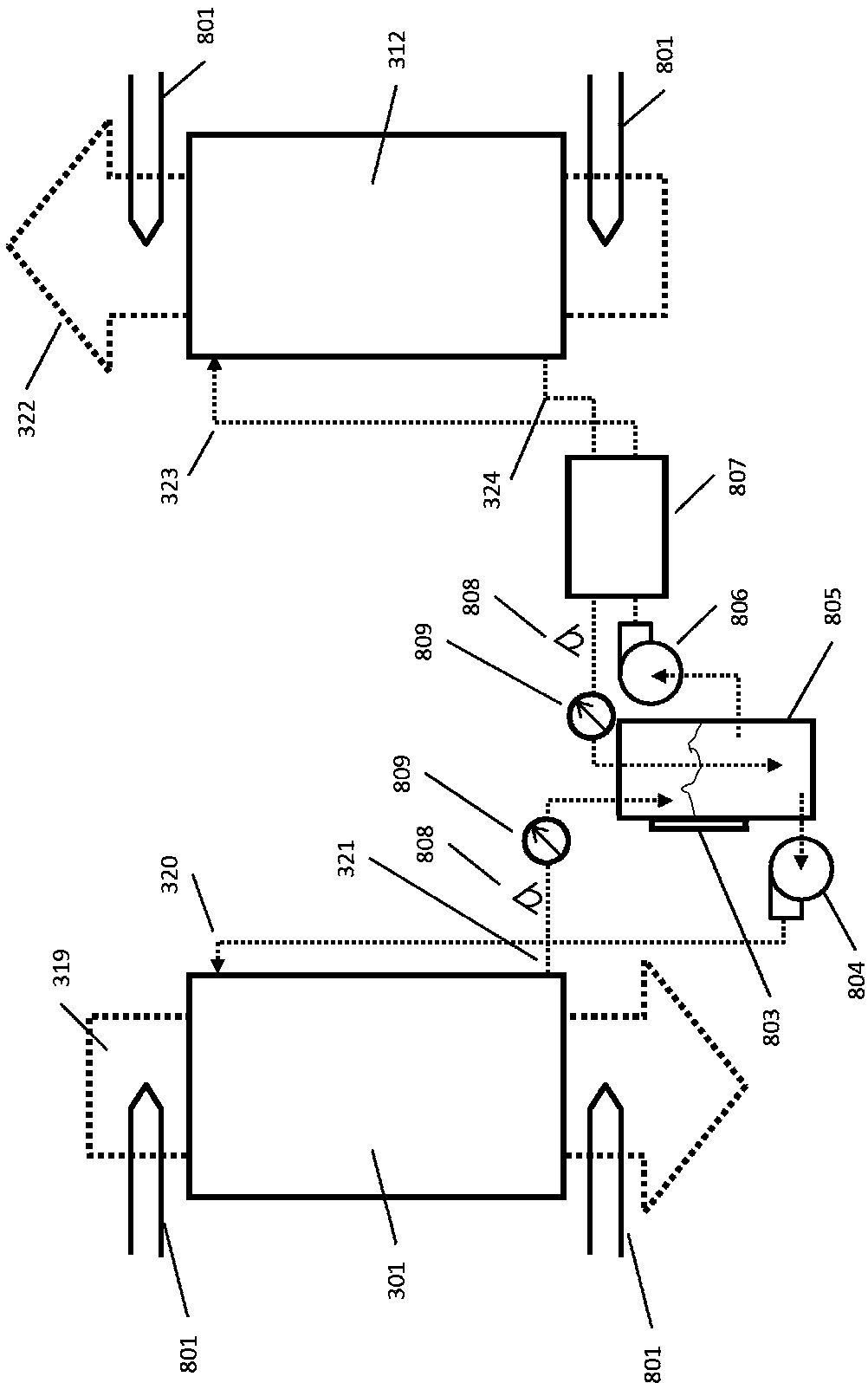


FIG. 8A

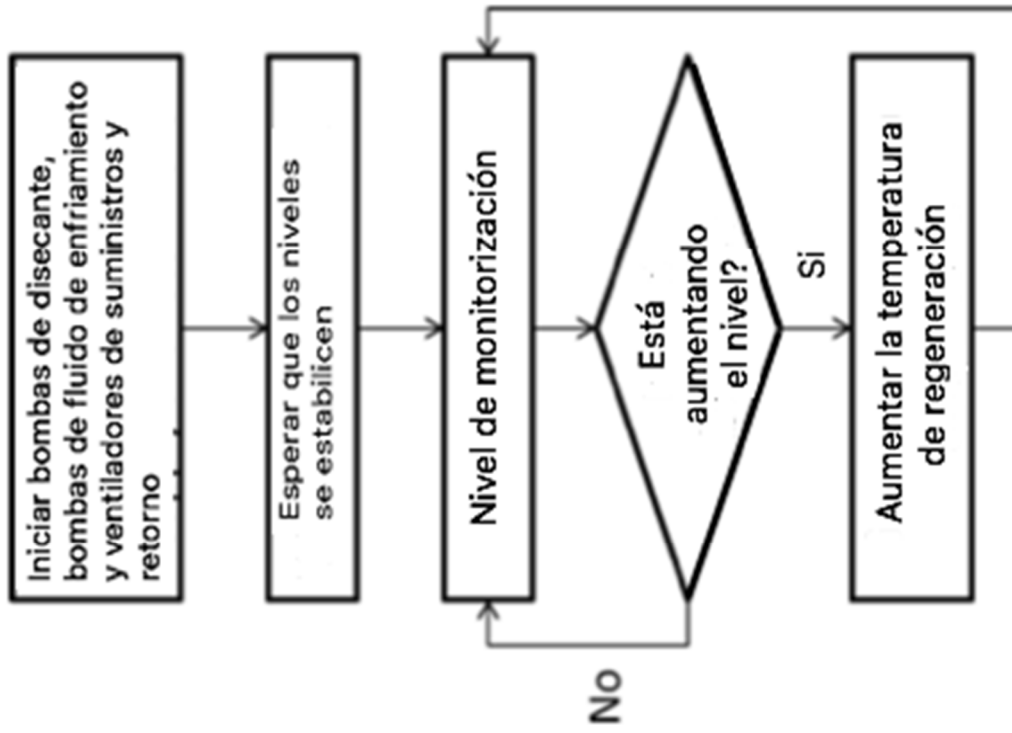


FIG. 8B

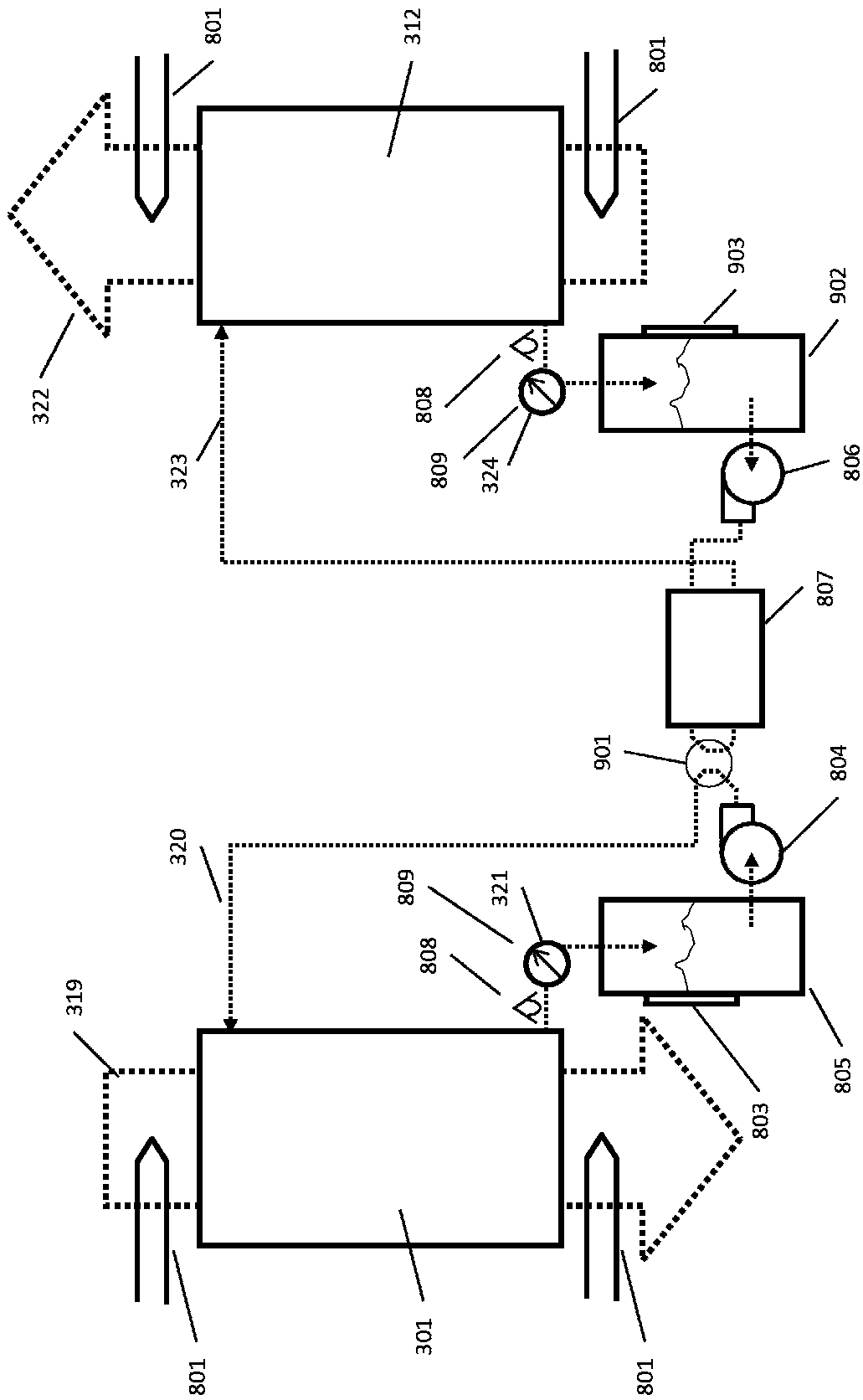


FIG. 9B

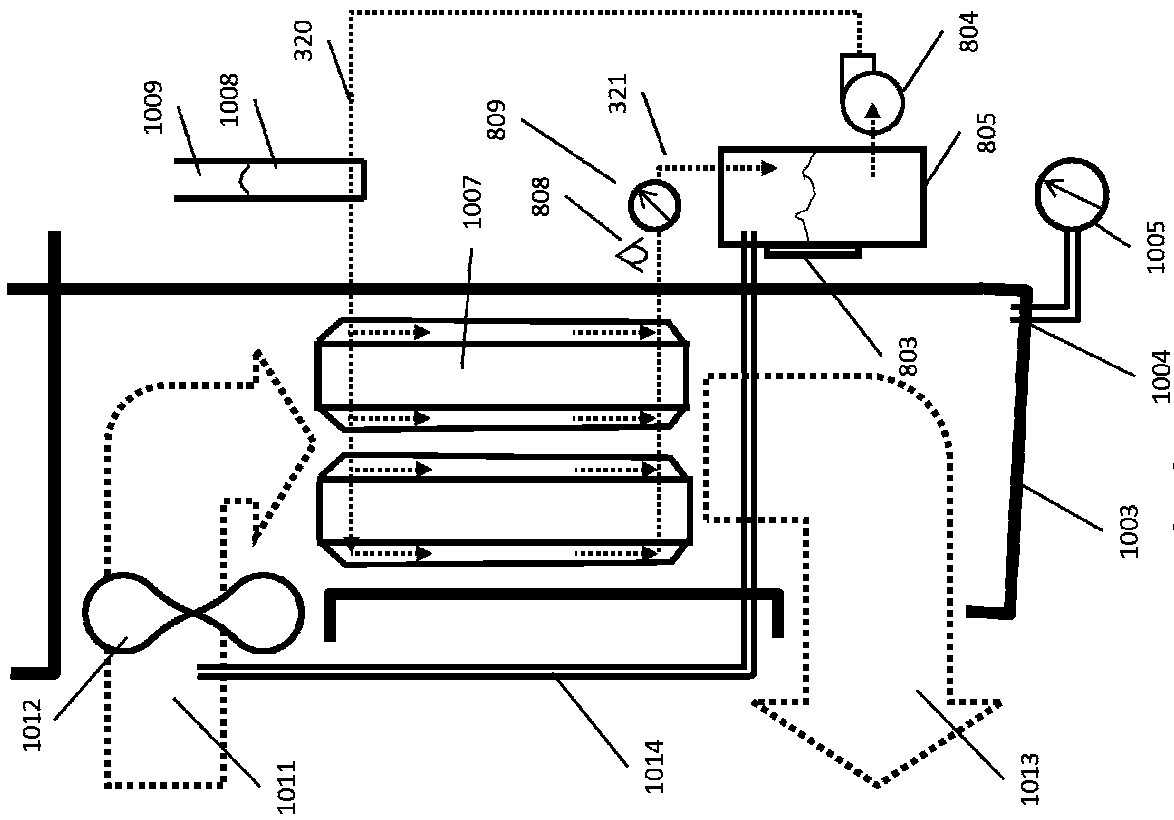


FIG. 10B

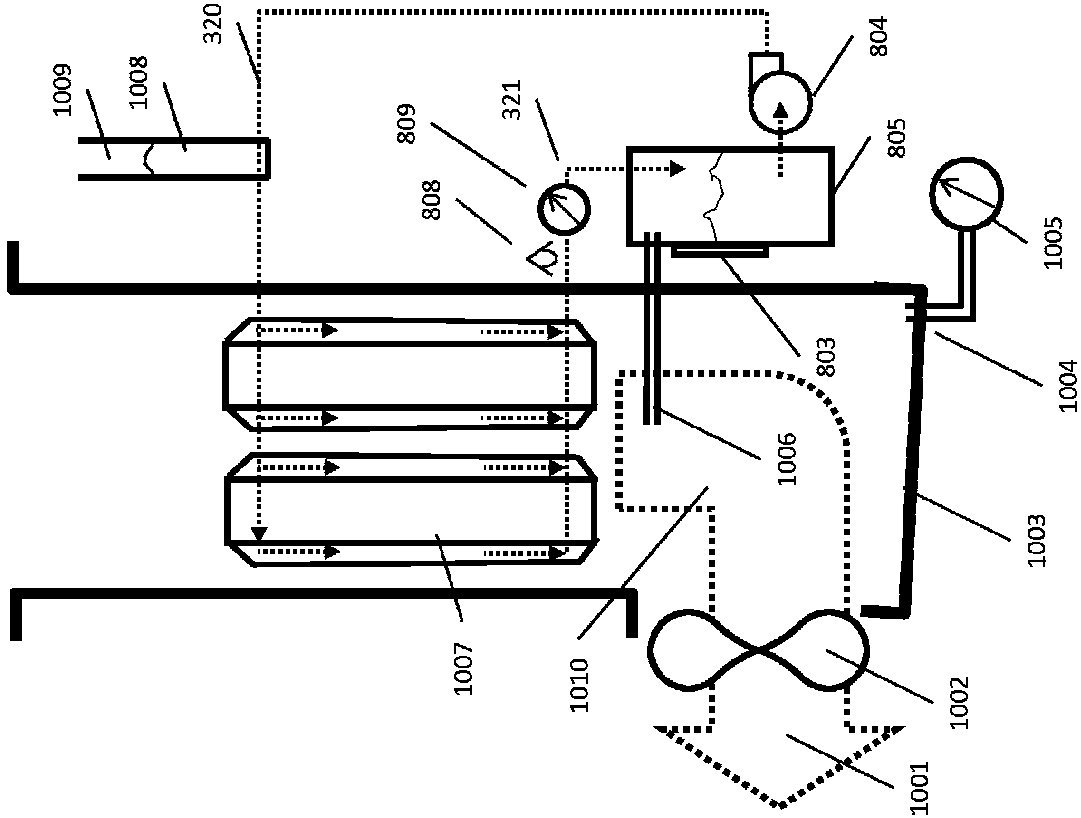


FIG. 10A