

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 921 352**

51 Int. Cl.:

F25B 25/00 (2006.01)

F25B 41/00 (2011.01)

F25B 5/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2019 E 19189380 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2022 EP 3627072**

54 Título: **Sistema de enfriamiento y método para enfriar agua**

30 Prioridad:

18.09.2018 IT 201800008681

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

24.08.2022

73 Titular/es:

DAIKIN APPLIED EUROPE S.P.A. (100.0%)

Via Piani di s. Maria 72

00040 Ariccia (Roma), IT

72 Inventor/es:

ONORATI, GIULIO y

SORABELLA, LUIGI

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 921 352 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 enfriamiento y método para enfriar agua

5 Esta invención se refiere a un sistema de enfriamiento y a un método de enfriamiento. Los sistemas de enfriamiento son conocidos, por ejemplo a partir de los documentos de patente GB2233080A y JPH0252959A.

10 Los sistemas de enfriamiento se utilizan comúnmente para refrigerar un fluido como el aire (en sistemas de aire acondicionado o en refrigeradores) o el agua (en plantas industriales). En el campo de los sistemas de enfriamiento, se conocen los denominados "sistemas de enfriamiento gratuito"; dichos sistemas tienen un modo de enfriamiento gratuito y un modo de enfriamiento. Durante el funcionamiento habitual, los sistemas de enfriamiento funcionan en un modo de enfriamiento, en donde se gasta energía haciendo funcionar un compresor. Sin embargo, cuando la temperatura exterior es baja, los sistemas de enfriamiento gratuito pueden funcionar en el modo de enfriamiento gratuito, en donde el propio aire ambiente exterior puede utilizarse en sí mismo para proporcionar enfriamiento al fluido de trabajo sin activar el compresor. Sistemas de enfriamiento gratuito se divulgan en los documentos de patente WO2008/079118A1, WO2008/079138A1, WO2008/079116A1, WO2009/038552A1. Estos sistemas comprenden un condensador, un compresor, un evaporador, un dispositivo de expansión y una bomba; en el modo de enfriamiento, el compresor funciona y la bomba se excluye, mientras que en el modo de enfriamiento gratuito, la bomba funciona y el compresor se excluye. Sin embargo, estos sistemas tienen el inconveniente de que pueden funcionar únicamente en modo enfriamiento o, como alternativa, en modo enfriamiento gratuito: si la temperatura exterior no es lo suficientemente baja como para activar el modo enfriamiento gratuito, el concepto de enfriamiento gratuito puede no ser aprovechable, es decir, el aire ambiente exterior no se puede utilizar para proporcionar enfriamiento. Por lo tanto, estos sistemas tienen una eficiencia y flexibilidad limitadas. Además, la bomba requiere un gasto de energía y limita aún más la eficiencia del sistema en el modo de enfriamiento gratuito.

25 El evaporador de los sistemas de enfriamiento gratuito de los documentos citados anteriormente no tiene requisitos específicos. Sin embargo, se conocen evaporadores especiales denominados "evaporadores inundados", por ejemplo, a partir del documento de patente CN103925747A. El evaporador inundado de dicho documento incluye: una carcasa, que tiene una entrada en su parte inferior, para recibir líquido, y una salida en su parte superior, para liberar gas; una pluralidad de tubos de intercambio de calor dispuestos en una carcasa; una placa distribuidora, dispuesta en la carcasa en su parte inferior, para evitar el fenómeno de descarga de líquido; una placa de retención de fluido dispuesta en la carcasa en su parte superior, para evitar que se liberen gotas de líquido junto con el gas (de hecho, normalmente aguas abajo del evaporador se proporciona un compresor y una presencia de gotas de líquido en el gas provoca cavitación dentro del compresor, lo que es perjudicial para los componentes del compresor). Sin embargo, la placa distribuidora y la placa de retención de fluido producen caídas de presión en el circuito de refrigeración, que limitan el rendimiento del ciclo de refrigeración. El documento GB 2233080A divulga un sistema de enfriamiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un método para enfriar agua en un sistema de enfriamiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 12.

40 El alcance de la presente invención es proporcionar un sistema de enfriamiento y un método de enfriamiento que supere al menos uno de los inconvenientes mencionados anteriormente.

Este alcance se consigue mediante un sistema de enfriamiento de acuerdo con la reivindicación 1 y un método de acuerdo con la reivindicación 12.

45 De acuerdo con un aspecto de la presente descripción, se trata de un sistema de enfriamiento para enfriar agua. Más generalmente, se trata de un sistema de enfriamiento para enfriar un fluido (como agua o aire). A continuación, se hará referencia al fluido que es enfriado por el sistema con el término "agua"; sin embargo, la descripción se aplica, mutatis mutandis, a un sistema configurado para enfriar otro fluido (como aire).

50 En un modo de realización, el sistema de enfriamiento comprende un circuito de refrigeración. El circuito de refrigeración está configurado para hacer circular un fluido refrigerante.

55 En un modo de realización, el sistema de enfriamiento comprende un evaporador. El evaporador está configurado para proporcionar un intercambio de calor entre el fluido refrigerante (que fluye en el circuito de refrigeración) y el agua a enfriar.

60 En un modo de realización, el sistema de enfriamiento comprende un compresor. El compresor está configurado para comprimir el fluido refrigerante (que fluye en el circuito de refrigeración). Preferiblemente, el compresor se sitúa en el circuito de refrigeración aguas abajo del evaporador.

65 En un modo de realización, el sistema de enfriamiento comprende un condensador. El condensador está configurado para proporcionar una transferencia de calor desde el fluido refrigerante (que fluye en el circuito de refrigeración) al aire ambiente. El condensador, preferiblemente, se sitúa en el circuito de refrigeración aguas abajo del compresor.

En un modo de realización, el sistema de enfriamiento comprende un dispositivo de expansión. El dispositivo de expansión está configurado para expandir el fluido refrigerante. El dispositivo de expansión, preferentemente, se sitúa en el circuito de refrigeración aguas arriba del evaporador.

5 El sistema de enfriamiento comprende un evaporador adicional (además del evaporador divulgado anteriormente). El evaporador adicional está configurado para proporcionar un intercambio de calor entre el fluido refrigerante y el agua a enfriar. En concreto, en el evaporador adicional, el calor se transfiere del agua al fluido refrigerante, lo que da como resultado una evaporación del fluido refrigerante y un enfriamiento del agua. El evaporador adicional se proporciona en el circuito de refrigeración aguas abajo del condensador. El evaporador adicional incluye una salida para realimentar el fluido refrigerante al condensador, de manera que excluye el compresor. De hecho, la salida del evaporador adicional está conectada a una entrada del condensador. De esta manera, el compresor se excluye. Además, preferiblemente, se excluye el dispositivo de expansión. Además, preferiblemente, se excluye el evaporador. Por tanto, en el circuito refrigerante se prevén dos vías para el fluido refrigerante: en una primera vía (modo de enfriamiento tradicional), el fluido refrigerante fluye (sucesivamente) a través del evaporador, el compresor, el condensador y el dispositivo de expansión, desde el cual se alimenta de nuevo al evaporador, en una segunda vía (modo de enfriamiento gratuito), el fluido refrigerante fluye a través del evaporador adicional, desde el cual se alimenta al condensador, desde el cual se alimenta de nuevo al evaporador adicional y así sucesivamente.

20 Si el aire ambiente tiene una temperatura suficientemente baja, el fluido puede circular en su totalidad por la segunda vía (modo de enfriamiento gratuito), mientras que si el aire ambiente no tiene una temperatura suficientemente baja, el fluido puede circular parcialmente a través de la primera vía y parcialmente a través de la segunda vía (en un modo híbrido, parcialmente enfriamiento tradicional y parcialmente enfriamiento gratuito), o totalmente a través de la primera vía (modo de enfriamiento tradicional).

25 Desde este punto de vista, la solución objeto tiene como objetivo proporcionar un sistema que pueda explotar el concepto de enfriamiento gratuito, incluso en una situación donde la temperatura exterior no es lo suficientemente baja como para hacer funcionar completamente el sistema en un modo de enfriamiento gratuito; por lo tanto, la solución objeto permite reducir el consumo de energía del compresor en dicha situación.

30 En un modo de realización, el evaporador adicional incluye una zona de líquido. En un modo de realización, el evaporador adicional incluye una zona de vapor. El fluido procedente del condensador, al estar en una fase líquida, se recibe en la zona de líquido. De hecho, el evaporador adicional incluye una entrada que está provista en la zona de líquido.

35 En el evaporador adicional, el fluido refrigerante se evapora, absorbiendo el calor del agua que se enfría. El fluido refrigerante que se evapora se desplaza desde la zona de líquido hacia la zona de vapor. La zona de vapor se proporciona por encima de la zona de líquido (a lo largo de la dirección vertical paralela a la fuerza del peso). Por tanto, en la zona de vapor, el fluido refrigerante se encuentra en una fase de vapor (en concreto, en una fase de vapor saturado).

40 La salida del evaporador adicional se proporciona en la zona de vapor. La salida del evaporador adicional está conectada a la entrada del condensador, para alimentar el fluido refrigerante en la fase de vapor de vuelta al condensador. Por tanto, el fluido refrigerante se condensa en el condensador, pasando a la fase líquida, y se alimenta de nuevo a la zona de líquido del evaporador adicional.

45 En un modo de realización, el evaporador adicional tiene una salida adicional en la zona de líquido. En un modo de realización, la salida adicional se proporciona en la parte inferior del evaporador adicional. La salida adicional está conectada al evaporador, para alimentar al evaporador el fluido refrigerante en la fase líquida. En un modo de realización, la salida adicional del evaporador adicional está conectada al evaporador a través del dispositivo de expansión.

50 Por lo tanto, cuando el sistema funciona en el modo de enfriamiento tradicional, el fluido refrigerante en la fase líquida proveniente del condensador es recibido en el evaporador adicional, y sale del evaporador adicional (en la fase líquida) a través de la salida adicional. El evaporador adicional puede por tanto funcionar como un receptor de líquido.

55 En un modo de realización, el evaporador adicional incluye además una salida del economizador. La salida del economizador se encuentra en la zona de vapor. La salida del economizador está conectada a un ramal del economizador que está conectado directamente al compresor. El fluido refrigerante de la salida del economizador se alimenta al compresor en la fase de vapor, para enfriarlo. Específicamente, cuando el sistema funciona en el modo de enfriamiento tradicional, el fluido refrigerante que se recibe en el receptor de líquido (es decir, el evaporador adicional) puede estar en una fase líquida saturada y puede evaporarse parcialmente en el receptor de líquido, produciendo una pequeña cantidad de fluido refrigerante en la fase de vapor (gas saturado). Este fluido refrigerante en la fase de vapor (gas saturado) se extrae del receptor de líquido a través de la salida del economizador y se alimenta al compresor.

60

En un modo de realización, el evaporador adicional incluye una cubierta. La cubierta delimita un volumen interno para contener el fluido refrigerante. La entrada del evaporador adicional está abierta al volumen interno. La salida, la salida adicional y la salida del economizador están, también, en comunicación con el volumen interno.

5 En un modo de realización, la zona de líquido se proporciona en una porción inferior de la cubierta y la zona de vapor se proporciona en una porción superior de la cubierta. La porción superior de la cubierta está a un nivel más alto (en la dirección vertical, paralela a la fuerza del peso) con respecto a la porción inferior de la cubierta (zona de líquido).

10 En un modo de realización, el evaporador adicional incluye una pluralidad de tuberías. La pluralidad de tuberías puede formar un conjunto de tuberías. La pluralidad de tuberías pasan a través del volumen interno. La pluralidad de tuberías puede comprender una pluralidad de conjuntos (es decir, subconjuntos) de tuberías. Preferiblemente, la pluralidad de tuberías incluye un primer subconjunto de tuberías que pasan a través de la zona de líquido y un segundo subconjunto de tuberías que pasan a través de la zona de vapor. El conjunto de tuberías está configurado para que el agua circulante se enfríe. El conjunto de tuberías está configurado para enfriar el agua que circula a través del mismo.

15 En un modo de realización, el evaporador adicional es un evaporador inundado.

20 De acuerdo con la invención, el sistema comprende una primera válvula controlada. En un modo de realización, la primera válvula controlada es una válvula de bola (motorizada). En un modo de realización, la primera válvula controlada se parcializa. La salida del evaporador adicional está conectada a una entrada del condensador a través de la primera válvula controlada, para regular el flujo de fluido refrigerante que pasa a través del mismo. De acuerdo con la invención, la primera válvula controlada se puede hacer funcionar en una posición (o configuración) abierta y en una posición (o configuración) cerrada. A continuación, la configuración abierta puede denominarse también "primera configuración abierta". En la (primera) configuración abierta, la primera válvula controlada permite que el fluido refrigerante fluya desde la salida del evaporador inundado hasta la entrada del condensador.

25 De acuerdo con la invención, la primera válvula controlada también funciona en una segunda configuración abierta, que permite que el fluido refrigerante fluya desde la entrada del condensador hasta la salida del evaporador inundado.

30 De acuerdo con la invención, el sistema de enfriamiento comprende una segunda válvula controlada. En un modo de realización, la segunda válvula controlada es una válvula de bola (motorizada). El compresor tiene una salida que se conecta a la entrada del condensador a través de la segunda válvula controlada, para controlar (regular) el flujo de fluido refrigerante que pasa a través del mismo. En un modo de realización, la segunda válvula controlada funciona en una posición abierta y en una posición cerrada. En la posición cerrada, la segunda válvula controlada impide el flujo de fluido refrigerante de vuelta a la salida del compresor.

35 De acuerdo con la invención, el sistema de enfriamiento comprende una unidad de control. La unidad de control está programada para controlar la primera válvula controlada y la segunda válvula controlada. la segunda válvula controlada.

40 En un modo de realización, el dispositivo de expansión es una válvula de expansión. La válvula de expansión se puede hacer funcionar en una configuración cerrada y en una configuración abierta. En un modo de realización, la unidad de control está programada para controlar la válvula de expansión.

45 De acuerdo con la invención, la unidad de control está programada para hacer funcionar el sistema en un modo de enfriamiento gratuito. En el modo de enfriamiento gratuito, la primera válvula controlada está en la (primera) posición abierta y la segunda válvula controlada está en la posición cerrada (para evitar un desplazamiento del fluido refrigerante al compresor en el modo de enfriamiento gratuito). En un modo de realización, el modo de enfriamiento gratuito, la válvula de expansión está en la configuración cerrada, para evitar un flujo del fluido refrigerante en la fase líquida desde el evaporador inundado hacia el evaporador. Por lo tanto, en el modo de enfriamiento gratuito, el fluido refrigerante (que se ha condensado en el condensador) se alimenta al evaporador adicional, donde se evapora, y luego se alimenta nuevamente al condensador.

50 De acuerdo con la invención, la unidad de control está programada para hacer funcionar el sistema en un modo de enfriamiento (tradicional). En el modo de enfriamiento (tradicional), la primera válvula controlada está en la posición cerrada y la segunda válvula controlada está en la posición abierta. En un modo de realización, en el modo de enfriamiento (tradicional), la válvula de expansión está en la configuración abierta. Por lo tanto, en el modo de enfriamiento tradicional, el evaporador adicional funciona como un mero receptor de líquido: el fluido refrigerante en la fase líquida, desde el condensador, se alimenta a la válvula de expansión (pasando a través del receptor de líquido) y luego, desde la válvula de expansión se alimenta al evaporador (para enfriar el agua que fluye a través del evaporador).

55 De acuerdo con la invención, la unidad de control está programada para hacer funcionar el sistema en un modo de enfriamiento híbrido. En el modo de enfriamiento híbrido, la primera válvula controlada está en la posición abierta y la segunda válvula controlada está, también, en la posición abierta. En un modo de realización, en el modo de enfriamiento híbrido, la válvula de expansión está en la configuración abierta. Por lo tanto, en el modo de enfriamiento

híbrido, el fluido refrigerante en la fase líquida, desde el condensador, se alimenta al evaporador adicional; en el evaporador adicional, parte del fluido refrigerante se evapora y sale por la salida del evaporador adicional y se retroalimenta al condensador, mientras que la parte restante del fluido refrigerante que sale por la salida adicional del evaporador adicional se alimenta a la válvula de expansión y luego al evaporador. El reparto del fluido refrigerante entre la salida y la salida adicional es posible gracias a un dimensionamiento adecuado del evaporador adicional (en concreto, del volumen interno y de las tuberías) y una parcialización adecuada de la primera válvula controlada y la segunda válvula controlada.

De acuerdo con la invención, la unidad de control está configurada para controlar la primera y la segunda válvula controlada, para hacer funcionar el sistema en el modo de enfriamiento gratuito, en el modo de enfriamiento y en el modo híbrido. Estas características permiten un funcionamiento automatizado del sistema de enfriamiento en dicho modo de enfriamiento gratuito, en modo de enfriamiento y en modo híbrido.

De acuerdo con la invención, la unidad de control está programada para hacer funcionar el sistema en un modo de recuperación de calor (abriendo tanto la primera válvula controlada como la segunda válvula controlada). Preferiblemente, en el modo de recuperación de calor, la primera válvula controlada está en la segunda configuración abierta y la segunda válvula controlada está en la posición abierta. En un modo de realización, en el modo de recuperación de calor, la válvula de expansión está en la configuración abierta. Por lo tanto, en el modo de recuperación de calor, el fluido refrigerante en la fase de vapor (proveniente del compresor) se alimenta al evaporador adicional a través de la salida, y el evaporador adicional funciona como un condensador, por lo que el fluido refrigerante sale del evaporador adicional en la fase líquida a través de la salida adicional. El compresor, en el modo de recuperación de calor, está funcionando. El agua que circula a través del evaporador se enfría; por el contrario, el agua que circula a través de los conductos del evaporador adicional se calienta. En el modo de recuperación de calor, el condensador puede excluirse o, más en general, puede funcionar en paralelo con el intercambiador de calor. Este modo de recuperación de calor es útil si hay una solicitud de enfriamiento de un flujo de agua y, mientras tanto, una solicitud de calentamiento de otro flujo de agua. A este respecto, se observa que el sistema, en el modo de recuperación de calor, puede funcionar en (al menos) dos (sub)modos: (i) en un primer modo, el intercambiador de calor trabaja en paralelo con el condensador; (ii) en un segundo modo, el condensador se excluye y sólo el intercambiador de calor funciona como condensador.

En un modo de realización, el evaporador adicional está dispuesto, con respecto al condensador, a un nivel más bajo, de manera que permita que el fluido refrigerante se desplace desde el condensador hasta el evaporador adicional por elevación piezométrica. Por lo tanto, en el modo de enfriamiento gratuito, no se requiere bomba para hacer circular el fluido refrigerante. De hecho, el fluido refrigerante en la fase líquida se mueve del condensador al evaporador adicional (inundado) por efecto de la elevación piezométrica y el fluido refrigerante en la fase de vapor se desplaza naturalmente del evaporador adicional (inundado) al condensador (de hecho, un gas se mueve naturalmente de una zona más caliente a una zona más fría y el evaporador está más caliente que el condensador). Esta circulación es posible gracias al ramal de exclusión (que conecta la salida del evaporador adicional directamente a la entrada del condensador), que, al excluir el compresor, el evaporador y el dispositivo de expansión, minimiza las caídas de presión.

Sin embargo, en un posible modo de realización, la circulación no se logra por medio de elevación piezométrica, sino que el sistema incluye una bomba de líquido (dispuesta aguas abajo del condensador y aguas arriba del evaporador adicional) para hacer circular el fluido refrigerante desde la salida del condensador a la entrada del evaporador adicional.

En un modo de realización, el sistema de enfriamiento incluye un circuito de agua para hacer circular el agua a enfriar. El circuito de agua pasa por el evaporador. En un modo de realización, el circuito de agua también pasa a través del evaporador adicional. En un modo de realización, el agua circula a través del evaporador adicional y, luego, a través del evaporador. En un modo de realización, una salida de agua del evaporador adicional, para liberar el agua del evaporador adicional, está conectada a una entrada de agua del evaporador, para guiar dicha agua al evaporador. Por tanto, el agua puede ser sometida a una primera etapa de enfriamiento en modo de enfriamiento gratuito (hasta alcanzar una temperatura compatible con la temperatura del aire exterior) y, luego, a una segunda etapa de enfriamiento en modo de enfriamiento (tradicional) (hasta alcanzar la temperatura deseada, gracias a la energía suministrada al compresor).

La presente descripción también se refiere a un método para enfriar agua.

De acuerdo con la invención, el método comprende una etapa de hacer circular un fluido refrigerante en un circuito de refrigeración.

De acuerdo con la invención, el método comprende una etapa de evaporación del fluido refrigerante por transferencia de calor del agua a enfriar al fluido refrigerante, en un evaporador.

De acuerdo con la invención, el método comprende una etapa de comprimir el fluido refrigerante (evaporado), a través de un compresor.

De acuerdo con la invención, el método comprende una etapa de condensación del fluido refrigerante, mediante la transferencia de calor del fluido refrigerante al aire ambiente, en un condensador. El condensador se proporciona aguas abajo del compresor.

- 5 El método comprende una etapa de expansión del fluido refrigerante (condensado), a través de un dispositivo de expansión.

10 El método comprende una etapa adicional de evaporación del fluido refrigerante, mediante la transferencia de calor del agua a enfriar al fluido refrigerante, a través de un evaporador adicional. El evaporador adicional recibe el fluido refrigerante desde el condensador. El método también incluye una etapa de alimentación del fluido refrigerante desde el condensador (directamente) al evaporador adicional.

15 El método comprende una etapa de alimentación del fluido refrigerante que sale del evaporador adicional de vuelta al condensador, de manera que excluye el compresor.

20 De acuerdo con la invención, la etapa adicional de evaporar comprende generar una fase de vapor del fluido refrigerante (mediante la transferencia de calor del agua al fluido refrigerante, en el evaporador adicional). En un modo de realización, la etapa adicional de evaporar comprende separar la fase de vapor del fluido refrigerante y una fase líquida del fluido refrigerante. En un modo de realización, en la etapa de alimentación, el fluido refrigerante que se encuentra en la fase de vapor se alimenta desde el evaporador adicional al condensador.

En un modo de realización, el método comprende una etapa de suministrar el fluido refrigerante que se encuentra en el evaporador adicional en la fase líquida al evaporador (a través del dispositivo de expansión).

25 La presente descripción también se refiere a un evaporador inundado. En un modo de realización, el evaporador inundado comprende una cubierta, que delimita un volumen interno, y una pluralidad (o conjunto) de tuberías que pasan a través del volumen interno. En un modo de realización, el evaporador inundado incluye una entrada y una salida. La entrada se proporciona en una porción inferior de la cubierta, para recibir un fluido refrigerante en una fase líquida. La salida se proporciona en una porción superior de la cubierta, para liberar el fluido refrigerante en una fase de vapor. El evaporador inundado está configurado para proporcionar una transferencia de calor desde el fluido que circula en la pluralidad (o conjunto) de tuberías (preferiblemente, agua) al fluido refrigerante que fluye desde la entrada hasta la salida del evaporador inundado. En un modo de realización, el evaporador inundado comprende una salida adicional, provista en la porción inferior de la cubierta, para liberar el fluido refrigerante en la fase líquida.

35 En un modo de realización, el volumen interno de la cubierta incluye un volumen superior delimitado por la porción superior de la cubierta y por la pluralidad de tuberías. La salida está abierta al volumen superior. Por lo tanto, no se dispone ninguna placa (tapa superior) para recoger las gotas entre la pluralidad de tuberías y la porción superior de la cubierta (como en los evaporadores inundados tradicionales). Esta característica permite una reducción de las caídas de presión, lo que resulta en un mayor rendimiento.

40 En un modo de realización, el volumen interno de la cubierta incluye un volumen inferior delimitado por la porción inferior de la cubierta y por la pluralidad de tuberías. La entrada está abierta al volumen inferior. La salida adicional está abierta al volumen inferior. Por lo tanto, no se proporciona ningún distribuidor entre la porción inferior de la cubierta y la pluralidad de tuberías (como en los evaporadores inundados tradicionales). Esta característica permite una reducción de las caídas de presión.

45 En un modo de realización, la entrada tiene un tamaño que es igual al tamaño de la salida adicional. Por lo tanto, el evaporador inundado puede funcionar eficientemente como un receptor de líquido porque el caudal del líquido que ingresa al evaporador adicional (a través de la entrada) puede ser igual al caudal del líquido que sale del evaporador adicional (a través de la salida adicional).

50 En un modo de realización, el evaporador inundado comprende una salida del economizador. La salida del economizador se proporciona en la porción superior de la cubierta, para liberar el fluido refrigerante en la fase de vapor.

55 El sistema también puede ser diferente de uno de los modos de realización preferidos descritos anteriormente. Por ejemplo, el sistema de enfriamiento puede incluir un solo evaporador (que puede ser un evaporador inundado o un evaporador tipo placa u otro tipo de evaporador), que tiene una entrada para el fluido refrigerante líquido proveniente del condensador en la zona de líquido, y una salida en la zona de vapor. En el modo de enfriamiento tradicional, el fluido proveniente del condensador pasa por el dispositivo de expansión, luego por el evaporador, luego por el compresor y finalmente se retroalimenta al condensador. En el modo de enfriamiento gratuito, el fluido proveniente del condensador se alimenta directamente al evaporador (preferiblemente a través de un ramal que excluye el dispositivo de expansión, para reducir las caídas de presión), y luego se retroalimenta directamente al condensador (a través de un ramal que excluye el compresor). En este modo de realización, siempre que el evaporador esté situado a un nivel suficientemente bajo con respecto al condensador y las caídas de presión sean suficientemente bajas (gracias a las exclusiones), el fluido puede circular en modo de enfriamiento gratuito sin la provisión de una bomba, gracias a la

elevación piezométrica. Sin embargo, en este modo de realización, el modo de enfriamiento tradicional y el modo de enfriamiento gratuito son alternativos.

5 En otro modo de realización, el sistema puede comprender el condensador y un solo evaporador (que puede ser un evaporador inundado), sin compresor ni válvula de expansión. Preferiblemente, el condensador está a un nivel más alto con respecto al evaporador. En este modo de realización el sistema solo funciona en el modo de enfriamiento gratuito (si la temperatura exterior es lo suficientemente baja). Respecto a un único intercambiador de calor que intercambia directamente calor entre el agua a enfriar y el aire ambiente, este sistema (que tiene un circuito refrigerante con un evaporador, en el que se enfría el agua, y un condensador, en el que se condensa el fluido refrigerante liberando calor al aire ambiente), tiene la ventaja de que no contiene glicol (ya que el glicol es necesario para evitar la formación de hielo en el agua en el intercambiador de calor único).

10 Estas y otras características de la invención se harán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de un ejemplo de modo de realización preferido no limitativo de la misma, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema de enfriamiento de acuerdo con la presente invención en un modo de enfriamiento híbrido;
- la figura 2 ilustra el sistema de enfriamiento de la figura 1 en un modo de enfriamiento gratuito;
- 20 - la figura 3 ilustra el sistema de enfriamiento de la figura 1 en un modo de enfriamiento tradicional;
- la figura 4 ilustra el sistema de enfriamiento de la figura 1 en un modo de recuperación de calor;
- las figuras 5A y 5B ilustran esquemáticamente un evaporador inundado del sistema de enfriamiento de la figura 1, en una vista en sección longitudinal y en una vista en sección transversal, respectivamente;
- la figura 6 muestra el evaporador inundado de las figuras 5A y 5B, en una vista en perspectiva;
- 25 - la figura 7 muestra una pluralidad (un conjunto) de tuberías del evaporador inundado de las figuras 5A y 5B.

Con referencia a los dibujos adjuntos, el número 1 indica un sistema de enfriamiento.

30 El sistema 1 de enfriamiento comprende un circuito de refrigeración.

El sistema 1 de enfriamiento comprende un evaporador 2. El evaporador 2, en un posible modo de realización, es un intercambiador de calor de tipo placa. El evaporador 2 tiene una entrada 21 para recibir fluido refrigerante (en la fase líquida). El evaporador 2 tiene una salida 22 para liberar el fluido refrigerante (en la fase de vapor). El evaporador 2 tiene una entrada 25 de agua para recibir agua a enfriar. El evaporador 2 tiene una salida 26 de agua para liberar el agua que ha sido enfriada mediante la liberación de calor al fluido refrigerante.

40 El sistema 1 de enfriamiento comprende un compresor 3. En un modo de realización, el sistema 1 de enfriamiento comprende un par de compresores 3. El compresor 3 tiene una entrada 31 para recibir el fluido refrigerante proveniente de la salida 22 del evaporador. El compresor 3 tiene una salida 32 para liberar el fluido refrigerante comprimido.

45 El sistema 1 de enfriamiento comprende un condensador 4. El condensador 4 tiene una entrada 41 para recibir fluido refrigerante. La entrada 41 del condensador 4 recibe el fluido refrigerante (que se encuentra en la fase de vapor) desde la salida 32 del compresor 3. El condensador 4 está configurado para condensar el fluido refrigerante liberando calor al aire ambiente. El condensador 4, en un modo de realización, incluye una pluralidad de ventiladores 43 de aire configurados para forzar el aire ambiente. El condensador 4 tiene una salida 42 para liberar el fluido refrigerante en la fase líquida.

50 En un modo de realización, el sistema 1 de enfriamiento comprende una segunda válvula 72 controlada, entre la salida 32 del compresor 3 y la entrada 41 del condensador 4. La segunda válvula 72 controlada, preferentemente, es una válvula de apertura/cierre (que tiene solo dos posiciones de funcionamiento posibles: cerrada y abierta). De manera funcional, la segunda válvula 72 controlada está abierta cuando el compresor 3 está ENCENDIDO y está cerrada cuando el compresor 3 está APAGADO.

55 El sistema de enfriamiento incluye un evaporador 6 adicional. El evaporador 6 adicional está configurado como un evaporador 6 inundado. El evaporador 6 adicional tiene una entrada 61 para recibir el fluido refrigerante desde la salida 42 del condensador 4 (en la fase líquida). El evaporador adicional tiene una salida 62 para liberar el fluido refrigerante.

El evaporador 6 adicional incluye una cubierta 60. La cubierta 60 delimita un volumen interno.

60 La cubierta 60 incluye una porción 601 superior y una porción 602 inferior. La porción 601 superior está situada por encima de la porción 602 inferior, a lo largo de una dirección vertical V (paralela a la fuerza del peso). En un modo de realización, la cubierta 60 tiene una forma cilíndrica alargada a lo largo de una dirección longitudinal L. La dirección longitudinal L es perpendicular a la dirección vertical V. En un modo de realización, la porción 601 superior y la porción 602 inferior tienen una sección transversal semicircular.

65

ES 2 921 352 T3

La entrada 61 está ubicada en una porción 602 inferior de la cubierta 60. La salida 62 está ubicada en una porción 601 superior de la cubierta 60.

5 El evaporador 6 adicional incluye una pluralidad (o conjunto) de tuberías 67, que atraviesan el volumen interno. Las tuberías 67 están alargadas a lo largo de la dirección longitudinal L. Las tuberías 67 están configuradas para hacer circular agua caliente que debe enfriarse.

10 El volumen interno incluye un volumen inferior que está delimitado por la porción 602 inferior de la cubierta 60 y por la pluralidad (o conjunto) de tuberías 67 (o por una parte de las tuberías 67). El volumen inferior delimita una zona 68 de líquido. La entrada 61 está abierta al volumen inferior, para llenar la zona 68 de líquido con fluido refrigerante líquido.

15 El volumen interno incluye un volumen superior que está delimitado por la porción 601 superior de la cubierta 60 y por la pluralidad (o conjunto) de tuberías 67 (o por una parte de las tuberías 67). El volumen superior delimita una zona 69 de vapor. La salida 62 está abierta al volumen superior, para recoger el fluido refrigerante en vapor de la zona 69 de vapor.

El evaporador 6 adicional tiene una entrada 65 de agua, para recibir agua a enfriar.

20 En el evaporador 6 adicional, el agua cede calor al fluido refrigerante, dando como resultado una evaporación del fluido refrigerante y un enfriamiento del agua. El vapor, naturalmente, se desplaza por encima del líquido; por lo tanto, el fluido refrigerante se desplaza naturalmente desde la zona 68 de líquido a la zona 69 de vapor.

El evaporador 6 adicional tiene una salida 66 de agua para liberar el agua que ha sido enfriada.

25 En un modo de realización, la salida 66 de agua del evaporador 6 adicional está conectada a la entrada 25 de agua del evaporador 2. En este caso, el agua fluye posteriormente a través del evaporador adicional (para un primer enfriamiento) y luego a través del evaporador 2 (para un segundo enfriamiento). En otro modo de realización, dos flujos distintos de agua fluyen a través del evaporador 2 y el evaporador 6 adicional.

30 La salida 62 del evaporador 6 adicional está conectada a la entrada 41 del condensador 4, a través de un ramal de exclusión que excluye el compresor 3.

35 En un modo de realización, el sistema 1 de enfriamiento comprende una primera válvula 71 controlada que está dispuesta en el ramal de exclusión entre la salida 62 del evaporador 6 adicional y la entrada 41 del condensador 4. La primera válvula 71 controlada puede ser una válvula de apertura/cierre (que tiene sólo dos posiciones de funcionamiento posibles: cerrada y abierta) o puede ser una válvula moduladora (que es capaz de una pluralidad de posiciones de funcionamiento, para modular el flujo de fluido que pasa por la misma).

40 Un segundo conducto conecta la segunda válvula 72 controlada a la entrada 41 del condensador 4. Un primer conducto conecta la primera válvula 71 controlada a la entrada 41 del condensador 4. En un modo de realización, los conductos primero y segundo se cruzan en un empalme 712.

45 En un modo de realización, el evaporador adicional incluye una salida 63 adicional. La salida 63 adicional se proporciona en la zona 68 de líquido (para recoger fluido refrigerante en la fase líquida).

El sistema 1 de enfriamiento comprende un dispositivo 5 de expansión. El dispositivo 5 de expansión, en un modo de realización, es una válvula de expansión. La válvula de expansión puede funcionar en una posición abierta y en una posición cerrada.

50 La salida 63 adicional del evaporador 6 adicional está conectada al dispositivo 5 de expansión. El dispositivo 5 de expansión recibe el fluido refrigerante líquido del evaporador 6 adicional, lo expande y lo suministra al evaporador 2.

55 En un modo de realización, el sistema 1 de enfriamiento comprende un filtro 81. El filtro 81 está dispuesto entre la salida 63 del evaporador adicional y el dispositivo 5 de expansión. Por tanto, el evaporador 6 adicional, que tiene la salida 62 conectada a la entrada 41 del condensador 4, proporciona una exclusión para el dispositivo 5 de expansión, el evaporador 2 así como para el filtro 81.

60 En un modo de realización, el sistema 1 de enfriamiento comprende una salida 64 del economizador. La salida 64 del economizador se proporciona en la zona 69 de vapor del evaporador 6 adicional. La salida 64 del economizador está conectada a un ramal del economizador, que termina en el compresor 3.

65 En un modo de realización, el sistema 1 de enfriamiento comprende una tercera válvula 73 controlada. La tercera válvula controlada está dispuesta en el ramal del economizador, entre la salida 64 del economizador y el compresor 3.

ES 2 921 352 T3

El sistema 1 de enfriamiento comprende una unidad de control. La unidad de control controla la primera válvula 71 controlada, la segunda válvula 72 controlada, la tercera válvula 73 controlada y la válvula 5 de expansión.

5 La unidad de control está configurada para hacer funcionar el sistema 1 de enfriamiento en un modo de enfriamiento tradicional. En el modo de enfriamiento tradicional, la unidad de control abre (o mantiene abierta) la válvula 5 de expansión y la segunda válvula 72 controlada, y cierra (o mantiene cerrada) la primera válvula 71 controlada. Preferiblemente, la unidad de control en el modo de enfriamiento tradicional también abre la tercera válvula 73 controlada.

10 La unidad de control está configurada para hacer funcionar el sistema 1 de enfriamiento en un modo de enfriamiento gratuito. En el modo de enfriamiento gratuito, la unidad de control abre (o mantiene abierta) la primera válvula 71 controlada (en una primera configuración abierta: para permitir que el fluido fluya desde la salida 62 del evaporador 6 adicional a la entrada 41 del condensador 4) y cierra (o mantiene cerrada) la segunda válvula 72 controlada, la tercera válvula 73 controlada y la válvula 5 de expansión.

15 La unidad de control está configurada para hacer funcionar el sistema en un modo de enfriamiento híbrido. En el modo de enfriamiento híbrido, la unidad de control abre (o mantiene abierta) la primera válvula 71 controlada (en la primera configuración abierta), la segunda válvula 72 controlada y la válvula 5 de expansión. Preferiblemente, en el modo de enfriamiento híbrido, la unidad de control cierra (o mantiene cerrada) la tercera válvula 73 controlada.

20 La unidad de control está configurada para hacer funcionar el sistema en un modo de recuperación de calor. En el modo de recuperación de calor, la unidad de control abre (o mantiene abierta) la válvula 5 de expansión y la segunda válvula 72 controlada (como en el modo de enfriamiento tradicional); además, la unidad de control abre (y mantiene abierta) la primera válvula 71 controlada, en una segunda configuración abierta, en la que el fluido refrigerante (en la fase de vapor) fluye desde el compresor 3 hasta la salida 62 del evaporador adicional, entrando en el evaporador adicional en la fase de vapor (a través de la salida 62); en este modo de realización, el evaporador 6 adicional funciona como un condensador, calentando el agua que fluye desde la entrada 65 a la salida 66 del evaporador 6 adicional. El hecho de que la primera válvula 71 controlada funcione en la primera configuración abierta (en la que el fluido refrigerante fluye desde la salida 62 del evaporador 6 adicional al compresor 3), o en la segunda configuración abierta (en la que el fluido refrigerante fluye desde el compresor 3 a la salida 62 del evaporador 6 adicional) depende esencialmente de la temperatura exterior; si la temperatura exterior es inferior a la temperatura del agua en el evaporador 6 adicional, la primera válvula 71 controlada funciona en la primera configuración abierta (en donde el sistema puede funcionar en el modo híbrido o en el modo de enfriamiento gratuito); por el contrario, si la temperatura exterior es mayor que la temperatura del agua en el evaporador 6 adicional, la primera válvula 71 controlada funciona en la segunda configuración abierta (en donde el sistema puede funcionar en el modo de recuperación de calor).

35 En el modo de recuperación de calor, el flujo de fluido que fluye a través de la segunda válvula 72 controlada se divide (en el empalme 712) en una primera porción de fluido, que fluye a través del condensador 4, y una segunda porción de fluido, que fluye a través de la primera válvula 71 controlada hacia la (salida de) el evaporador 6 adicional (que actúa como un condensador).

40 Si los ventiladores 43 del condensador 3 están APAGADOS y la primera válvula 71 controlada está completamente abierta, la primera porción de fluido es considerablemente más baja que la segunda porción de fluido; en este caso, la primera porción de fluido es considerablemente insignificante y el condensador es excluido considerablemente.

45 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, es posible regular la primera porción de fluido con respecto a la segunda porción de fluido. Para lograr dicha regulación, se observa lo siguiente.

50 Los ventiladores 43 del condensador 4 pueden ser encendidos (y su velocidad puede ser controlada) por la unidad de control; la acción de los ventiladores 43 aumenta la primera porción de fluido con respecto a la segunda porción de fluido.

55 Como alternativa, o en combinación, la primera válvula 71 controlada puede ser una válvula moduladora, controlada por la unidad de control para regular (establecer) la cantidad relativa de la segunda porción de fluido.

También se prevé añadir una (cuarta) válvula de control adicional aguas arriba de la entrada del condensador (aguas abajo del empalme 712); a través de esta válvula, sería posible forzar el flujo de toda la cantidad de fluido a través de la primera válvula 71 controlada.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) de enfriamiento para enfriar agua, que comprende:

- 5 - un circuito de refrigeración, para hacer circular un fluido refrigerante;
- un evaporador (2), para proporcionar un intercambio de calor entre el fluido refrigerante y el agua a enfriar;
- un compresor (3), para comprimir el fluido refrigerante aguas abajo del evaporador (2);
- un condensador (4), para proporcionar una transferencia de calor del fluido refrigerante al aire ambiente, aguas abajo del compresor (3);
- 10 - un dispositivo (5) de expansión, para expandir el fluido refrigerante aguas abajo del condensador (4),

caracterizado por que comprende además un evaporador (6) adicional, configurado para proporcionar un intercambio de calor entre el fluido refrigerante y el agua a enfriar, en donde el evaporador (6) adicional está dispuesto en el circuito de refrigeración aguas abajo del condensador (4) e incluye una salida (62) para realimentar el fluido refrigerante al condensador (4), de manera que excluye el compresor (3),

- 15 en donde el sistema (1) de enfriamiento comprende una primera válvula (71) controlada y una segunda válvula (72) controlada, en donde la salida (62) del evaporador (6) adicional está conectada a una entrada (41) del condensador (4) a través de la primera válvula (71) controlada, para controlar el flujo de fluido refrigerante que pasa por la misma, y el compresor (3) tiene una salida (32) que se conecta a la entrada (41) del condensador (4) a través de la segunda válvula (72) controlada,
- 20 y en donde el sistema (1) de enfriamiento comprende una unidad de control programada para controlar la primera válvula (71) controlada y la segunda válvula (72) controlada, para hacer funcionar el sistema (1) en los siguientes modos de funcionamiento:

- 25 - en un modo de enfriamiento gratuito, abriendo la primera válvula (71) controlada y cerrando la segunda válvula (72) controlada;
- en un modo de enfriamiento, abriendo la segunda válvula (72) controlada y cerrando la primera válvula (71) controlada;
- 30 - en un modo híbrido o en un modo de recuperación de calor, en respuesta a que la temperatura exterior sea inferior o superior a la temperatura del agua en el evaporador (6) adicional, respectivamente, abriendo tanto la primera válvula (71) controlada como la segunda válvula (72) controlada.

2. El sistema (1) de enfriamiento de la reivindicación 1, en donde el evaporador (6) adicional incluye:

- 35 - una zona (68) de líquido, en la que se recibe el fluido refrigerante procedente del condensador (4) en una fase líquida;
- una zona (69) de vapor, en la que el fluido refrigerante se encuentra en una fase de vapor; en donde la salida (62) se proporciona en la zona (69) de vapor y está conectada a una entrada (41) del condensador, para alimentar el fluido refrigerante en la fase de vapor de vuelta al condensador (4).

40 3. El sistema (1) de enfriamiento de la reivindicación 2, en donde el evaporador (6) adicional tiene una salida (63) adicional en la zona (68) de líquido, para alimentar al evaporador (2) el fluido refrigerante en la fase líquida.

45 4. El sistema (1) de enfriamiento de la reivindicación 3, en donde la salida (63) adicional del evaporador (6) adicional está conectada al evaporador (2) a través del dispositivo (5) de expansión.

5. El sistema (1) de enfriamiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 2 a la 4, en donde el evaporador (6) adicional tiene una entrada (61) para recibir el fluido refrigerante del condensador (4), en donde dicha entrada (61) está en la zona (68) de líquido.

50 6. El sistema (1) de enfriamiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 2 a la 5, en donde el evaporador (6) adicional incluye una salida (64) del economizador, provista en la zona (69) de vapor para alimentar el fluido refrigerante en la fase de vapor al compresor (3).

55 7. El sistema (1) de enfriamiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores de la 2 a la 6, en donde el evaporador (6) adicional incluye una cubierta (60) que delimita un volumen interno para contener el fluido refrigerante y una pluralidad de tuberías (67) que pasan a través del volumen interno y configurado para hacer circular agua a enfriar, en donde la zona (68) de líquido se proporciona en una porción (602) inferior de la cubierta (60) y la zona (69) de vapor se proporciona en una porción (601) superior de la cubierta (60), que se encuentra a un nivel superior con respecto a la zona de líquido.

60 8. El sistema (1) de enfriamiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el evaporador (6) adicional es un evaporador inundado.

65 9. El sistema (1) de enfriamiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se verifica una o ambas de las siguientes condiciones:

- i) la primera válvula (71) controlada es una válvula moduladora y la unidad de control está configurada para controlar la válvula (71) controlada a al menos una configuración de funcionamiento intermedia, además de una configuración abierta y una configuración cerrada;
- 5 ii) el condensador (4) incluye una pluralidad de ventiladores (43) y la unidad de control está configurada para controlar dichos ventiladores (43), en el modo de recuperación de calor.
- 10 10. El sistema (1) de enfriamiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el evaporador (6) adicional está dispuesto, con respecto al condensador (4), a un nivel más bajo, de manera que permita la salida del fluido refrigerante. pasar del condensador (4) al evaporador (6) adicional por elevación piezométrica.
- 15 11. El sistema (1) de enfriamiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye un circuito de agua para hacer circular el agua a enfriar a través del evaporador (2) y a través del evaporador (6) adicional, en donde una salida (66) de agua del evaporador (6) adicional, para liberar el agua del evaporador (6) adicional, está conectado a una entrada (25) de agua del evaporador (2), para llevar dicha agua al evaporador (2).
12. Un método para enfriar agua en un sistema (1) de enfriamiento, que comprende las siguientes etapas:
- 20 - evaporar un fluido refrigerante que circula en un circuito de refrigeración, mediante la transferencia de calor del agua a enfriar al fluido refrigerante, en un evaporador (2);
- comprimir el fluido refrigerante evaporado, a través de un compresor (3);
- condensar el fluido refrigerante, mediante la transferencia de calor del fluido refrigerante al aire ambiente, en un condensador (4) que está provisto aguas abajo del compresor (3);
- 25 - expandir el fluido refrigerante condensado, a través de un dispositivo (5) de expansión;
- caracterizado por que el método comprende además:
- 30 - una etapa adicional de evaporación del fluido refrigerante, mediante la transferencia de calor del agua a enfriar al fluido refrigerante a través de un evaporador (6) adicional, que recibe el fluido refrigerante del condensador (4);
- una etapa de alimentación del fluido refrigerante que sale del evaporador (6) adicional de regreso al condensador (4),
- en donde el sistema (1) de enfriamiento comprende una primera válvula (71) controlada y una segunda válvula (72) controlada, en donde la salida (62) del evaporador (6) adicional está conectada a una entrada (41) del condensador (4) a través de la primera válvula (71) controlada, para controlar el flujo de fluido refrigerante que pasa por la misma, y el compresor (3) tiene una salida (32) que se conecta a la entrada (41) del condensador (4) a través de la segunda válvula (72) controlada,
- 35 y en donde el método comprende controlar la primera válvula (71) controlada y la segunda válvula (72) controlada a través de una unidad de control, para hacer funcionar el sistema (1) en los siguientes modos de funcionamiento:
- 40 - en un modo de enfriamiento gratuito, abriendo la primera válvula (71) controlada y cerrando la segunda válvula (72) controlada, en donde en el modo de enfriamiento gratuito el fluido refrigerante que sale del evaporador (6) adicional se retroalimenta al condensador (4), de manera que excluye el compresor (3);
- 45 - en un modo de enfriamiento, abriendo la segunda válvula (72) controlada y cerrando la primera válvula (71) controlada;
- en un modo híbrido o en un modo de recuperación de calor, en respuesta a que la temperatura exterior sea inferior o superior a la temperatura del agua en el evaporador (6) adicional, respectivamente, abriendo tanto la primera válvula (71) controlada como la segunda válvula (72) controlada.
- 50 13. El método de la reivindicación 12, en donde la etapa adicional de evaporar comprende generar una fase de vapor del fluido refrigerante y separar dicha fase de vapor de una fase líquida del fluido refrigerante, en donde, en la etapa de alimentación, el fluido refrigerante que se encuentra en la fase de vapor se alimenta desde el evaporador (6) adicional al condensador (4).

Fig.1

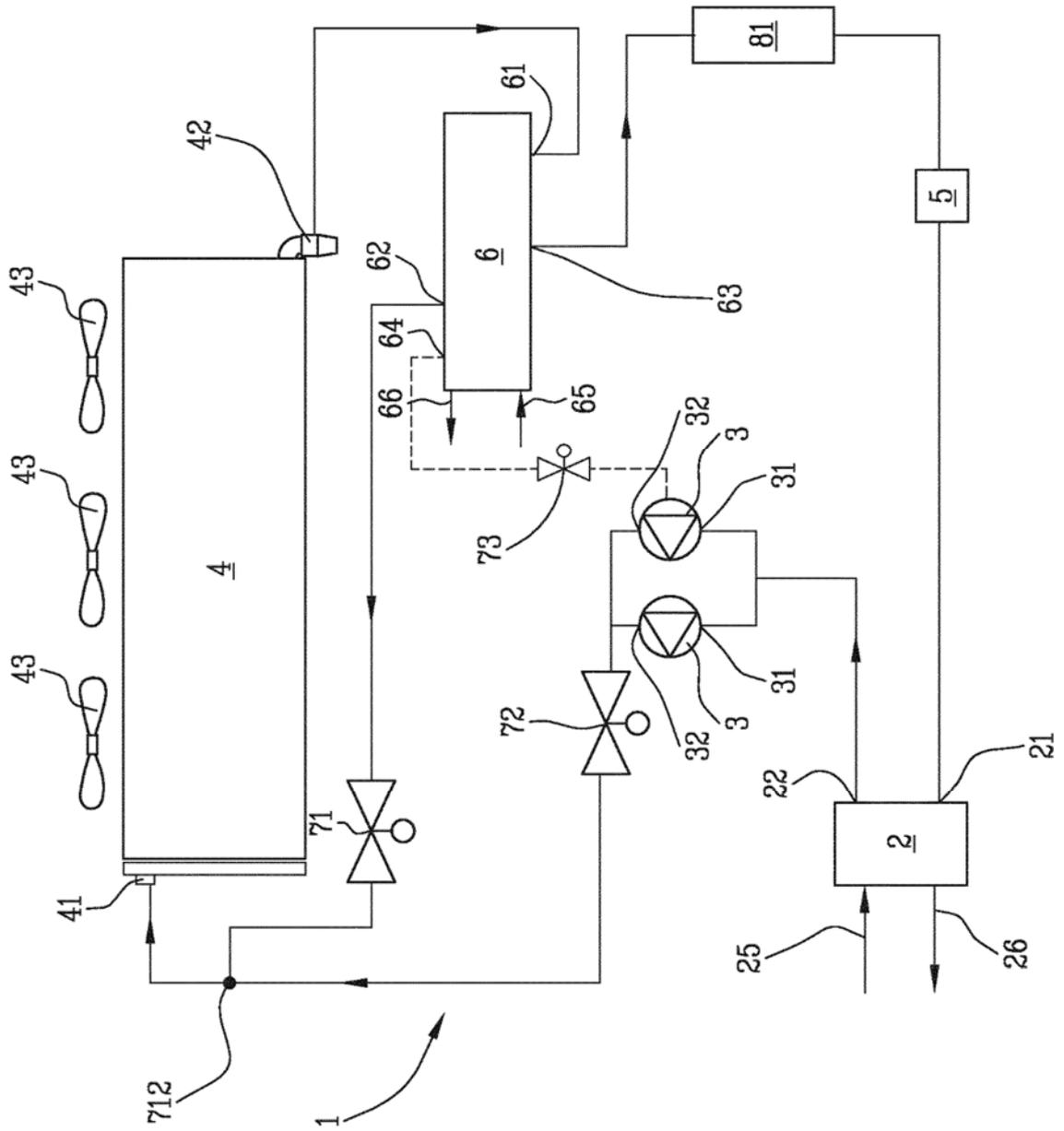


Fig.2

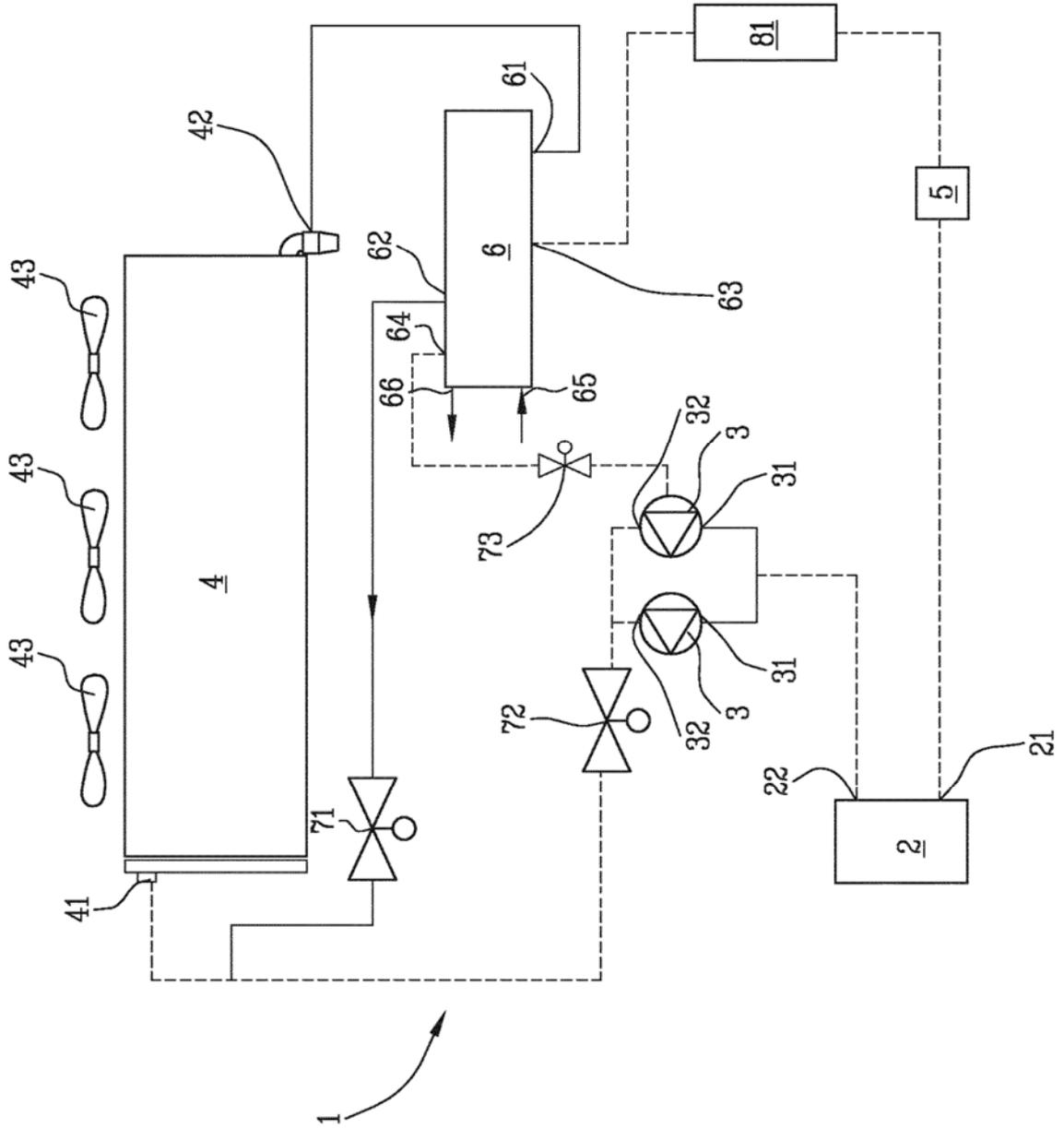


Fig.3

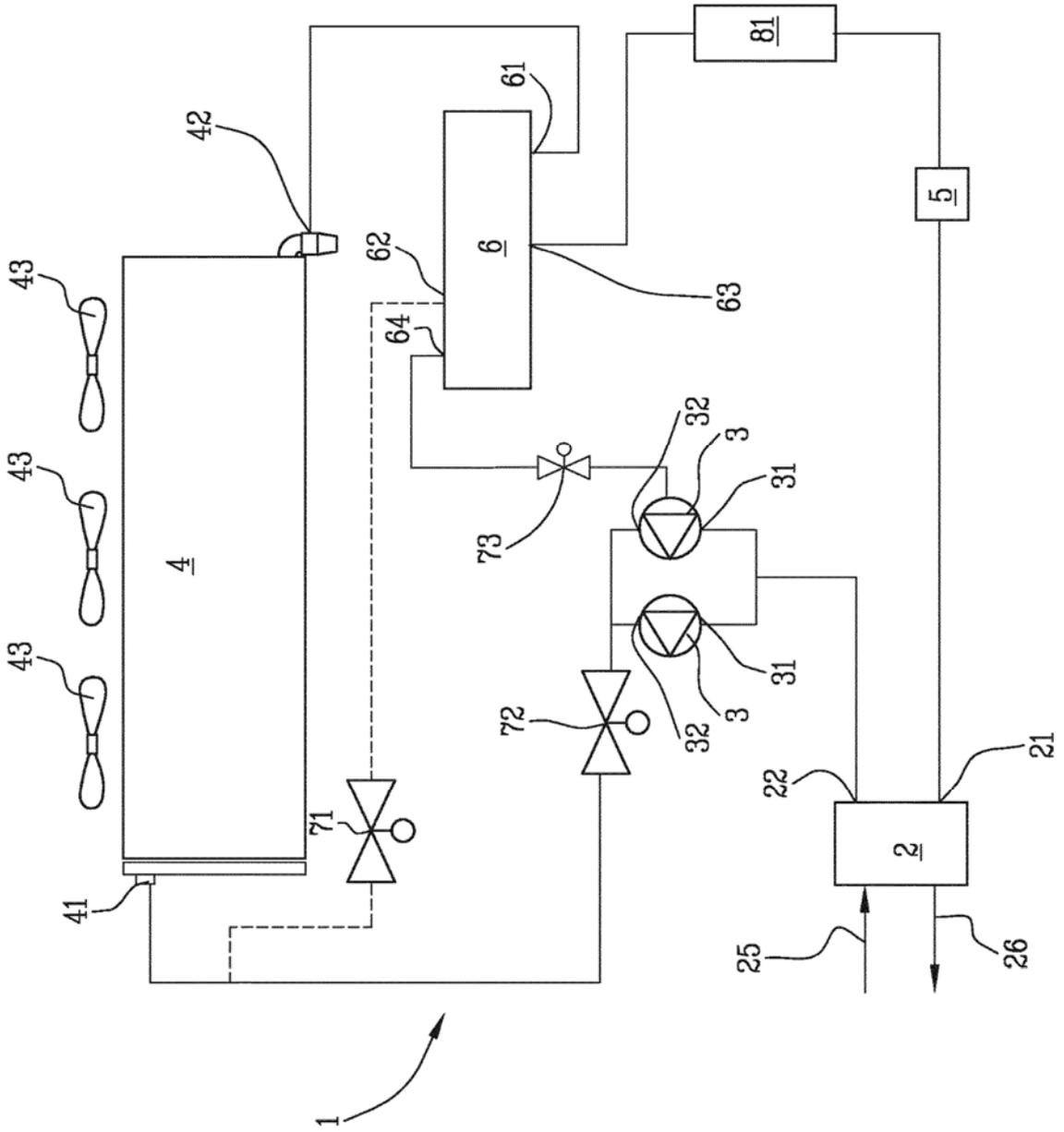
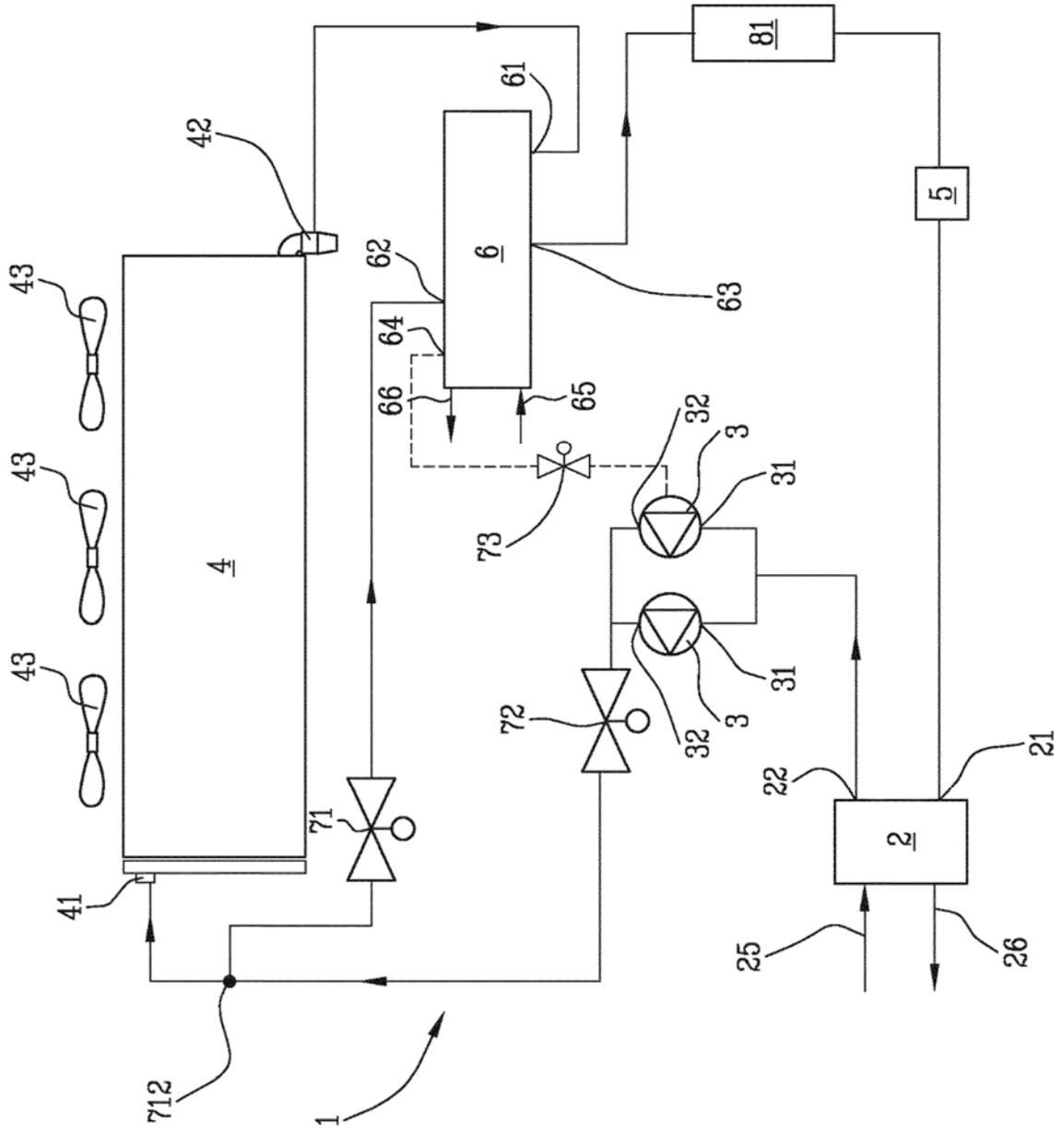


Fig. 4



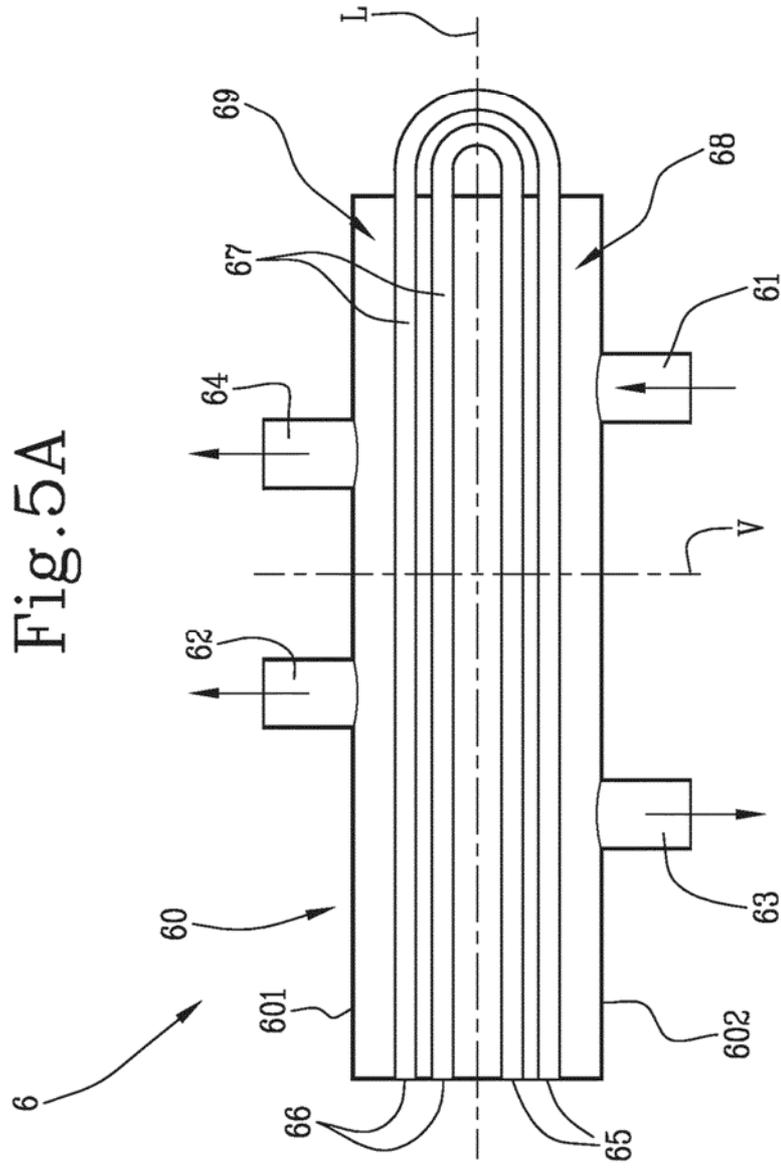


Fig. 5B

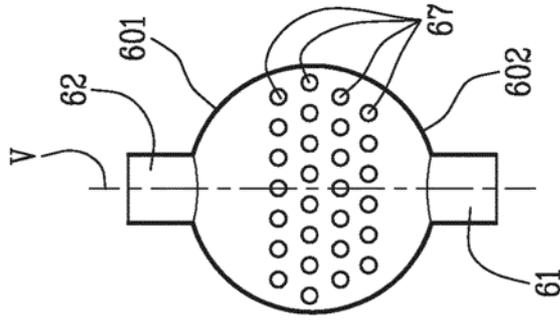


Fig. 6

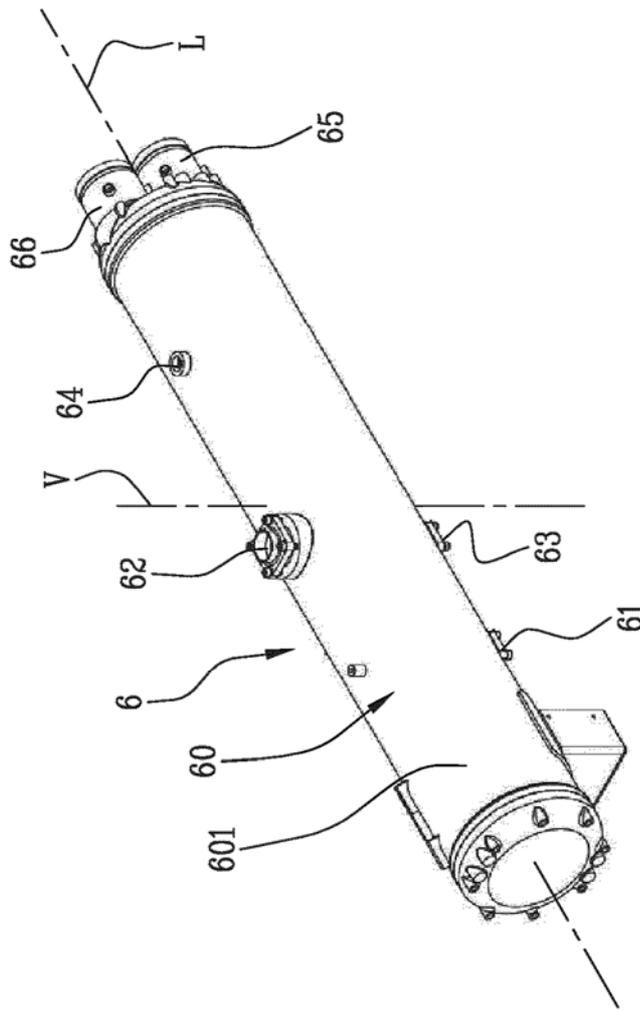


Fig. 7

