

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 068**

51 Int. Cl.:

H05K 7/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.11.2011 PCT/US2011/061870**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2013 WO13077858**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.11.2011 E 11794894 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2783556**

54 Título: **Sistema de refrigeración de centro de datos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.05.2017

73 Titular/es:

**LE GROUPE S.M. INC. (100.0%)
433 rue Chabanel Ouest 12e étage
Montréal, QC H2N 2J8, CA**

72 Inventor/es:

LEVESQUE, PIERRE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 613 068 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 refrigeración de centro de datos

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a sistemas de refrigeración de centros de datos, métodos de refrigeración de centros de datos, y centros de datos que tienen tales sistemas y que usan dichos métodos.

10 ANTECEDENTES

Un centro de datos es una instalación dentro de la cual se almacenan al menos uno de ordenadores de propósito general o especial, servidores, almacenamiento electrónico de datos, dispositivos de telecomunicaciones, y combinaciones de los mismos. Estos componentes electrónicos se almacenan típicamente en bastidores en el interior del centro de datos. Como se entenderá, con el fin de operar, los componentes electrónicos necesitan un suministro de electricidad. Durante el funcionamiento de los componentes electrónicos, una parte importante de la electricidad usada por los componentes se convierte en calor, véase, por ejemplo, la publicación WO 2007/139558.

A fin de que estos componentes funcionen de manera eficiente, tienen que operar en un entorno controlado donde haya muy poco polvo y donde la humedad y la temperatura también se controlan. Como tal, el calor generado por los componentes electrónicos tiene que ser eliminado para que los componentes electrónicos operen dentro de un rango aceptable de temperatura y para evitar los fallos de estos componentes. La cantidad de energía y los costes usados para la eliminación de este calor es una de las principales fuentes de consumo de energía y costes asociados al funcionamiento de los centros de datos.

La eficiencia de un centro de datos se define típicamente por un parámetro denominado como la eficacia de uso de energía (PUE, *Power Usage Effectiveness*). La PUE es la relación de la potencia total consumida por el centro de datos con respecto a la potencia consumida por los componentes electrónicos. Como tal, mediante la reducción de la cantidad de potencia necesaria para refrigerar el centro de datos, la PUE del centro de datos también mejora, lo que normalmente se traduce en menores costes operativos.

Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema para refrigerar un centro de datos. También existe la necesidad de un método de refrigeración de un centro de datos. También existe la necesidad de un centro de datos que use tal sistema y/o método.

35 RESUMEN

Es un objeto de la presente invención mejorar al menos algunos de los inconvenientes presentes en la técnica anterior.

En un aspecto, la presente proporciona un centro de datos que tiene una sala que tiene un pasillo frío y un pasillo caliente y una pluralidad de componentes electrónicos dispuestos entre el pasillo frío y el pasillo caliente. El aire en la sala circula a través de la pluralidad de componentes electrónicos del pasillo frío al pasillo caliente. Al menos un intercambiador de calor aire a líquido se dispone entre el pasillo caliente y el pasillo frío. Al menos un primer ventilador hace circular el aire en la sala a un primer caudal. El al menos un primer ventilador hace circular el aire a través del al menos un intercambiador de calor aire a líquido del pasillo caliente al pasillo frío. Un sistema de suministro de aire está conectado de forma fluida a la sala para suministrar aire del exterior de la sala a la sala. El sistema de suministro de aire incluye un filtro de aire, y un segundo ventilador que suministra aire del exterior de la sala a la sala a un segundo caudal. El segundo caudal es menor que el primer caudal.

En un aspecto adicional, el al menos un intercambiador de calor aire a líquido no tiene filtro.

En un aspecto más, el segundo caudal es entre el 0,1 % y el 25 % del primer caudal.

55 En un aspecto adicional, el segundo caudal es entre el 2 % y el 5 % del primer caudal.

En un aspecto más, el al menos un intercambiador de calor aire a líquido es al menos un primer intercambiador de calor aire a líquido. El sistema de suministro de aire incluye adicionalmente al menos un segundo intercambiador de calor aire a líquido. El al menos un segundo ventilador hace circular el aire a través del al menos un segundo intercambiador de calor aire a líquido.

En un aspecto adicional, el al menos un segundo intercambiador de calor aire a líquido calienta selectivamente el aire del exterior antes de suministrar el aire a la sala usando el refrigerante caliente que sale del al menos un primer intercambiador de calor aire a líquido. El al menos un segundo intercambiador de calor aire a líquido enfría selectivamente el aire del exterior antes de suministrar el aire a la sala usando el refrigerante frío suministrado al menos a un primer intercambiador de calor aire a líquido.

ES 2 613 068 T3

5 En un aspecto más, un intercambiador de calor líquido a líquido está conectado de forma fluida al menos a un segundo intercambiador de calor aire a líquido. Al menos una bomba hace circular refrigerante entre el intercambiador de calor líquido a líquido y el al menos un segundo intercambiador de calor aire a líquido. Al menos una válvula suministra selectivamente uno del refrigerante caliente y el refrigerante frío al intercambiador de calor líquido a líquido.

10 En un aspecto adicional, al menos una válvula suministra selectivamente uno del refrigerante caliente y el refrigerante frío al segundo intercambiador de calor aire a líquido. Al menos una bomba hace circular uno del refrigerante caliente y el refrigerante frío a través del segundo intercambiador de calor aire a líquido.

15 En un aspecto más, el sistema de suministro de aire incluye adicionalmente un intercambiador de calor aire a refrigerante dispuesto aguas abajo del menos un segundo intercambiador de calor aire a líquido, y un sistema de refrigeración autónomo conectado de forma fluida al intercambiador de calor aire a refrigerante. El sistema de refrigeración autónomo enfría el refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor aire a refrigerante.

En un aspecto adicional, el intercambiador de calor aire a refrigerante es un tercer intercambiador de calor aire a líquido.

20 En un aspecto más, el refrigerante caliente está a una temperatura de al menos 18 grados Celsius y el refrigerante frío está a una temperatura entre 8 grados Celsius y 18 grados Celsius.

En un aspecto adicional, el refrigerante es al menos uno de agua y anticongelante.

25 En un aspecto más, al menos un sensor de temperatura del aire se dispone en el pasillo caliente para detectar una temperatura del aire en el pasillo caliente, al menos un primer sensor de presión del aire se dispone en el pasillo caliente para detectar una presión del aire en el pasillo caliente, y al menos un segundo sensor de presión del aire se dispone en el pasillo frío para detectar una presión del aire en el pasillo frío. Una velocidad del al menos un primer ventilador se aumenta para aumentar el primer caudal de tal forma que la presión del aire en el pasillo frío aumenta con respecto al pasillo caliente cuando la temperatura del aire en el pasillo caliente está por encima de una temperatura predeterminada. La velocidad del al menos un primer ventilador disminuye para disminuir el primer caudal de tal forma que la presión del aire en el pasillo frío disminuye con respecto al pasillo caliente cuando la temperatura del aire en el pasillo caliente está por debajo de la temperatura predeterminada.

35 En un aspecto adicional, el segundo caudal es sustancialmente constante.

En un aspecto más, la temperatura predeterminada está entre 26 grados Celsius y 38 grados Celsius.

40 En un aspecto adicional, al menos un sensor de temperatura del aire se dispone en el pasillo frío para detectar una temperatura del aire en el pasillo frío. Un caudal del refrigerante en el al menos un intercambiador de calor aire a líquido aumenta cuando la temperatura del aire en el pasillo frío está por encima de una temperatura predeterminada. El caudal de refrigerante en el al menos un intercambiador de calor aire a líquido disminuye cuando la temperatura del aire en el pasillo frío está por debajo de la temperatura predeterminada.

45 En un aspecto más, una temperatura del refrigerante suministrado al menos a un intercambiador de calor aire a líquido es sustancialmente constante.

En un aspecto adicional, la temperatura predeterminada está entre 15 grados Celsius y 25 grados Celsius.

50 En un aspecto más, el al menos un sensor de temperatura del aire se dispone en el pasillo frío para detectar una temperatura del aire en el pasillo frío. Una temperatura del refrigerante suministrado al menos a un intercambiador de calor aire a líquido disminuye cuando la temperatura del aire en el pasillo frío está por encima de una temperatura predeterminada. La temperatura del refrigerante suministrado al menos a un intercambiador de calor aire a líquido aumenta cuando la temperatura del aire en el pasillo frío está por debajo de la temperatura predeterminada.

55 En un aspecto adicional, una pluralidad de bastidores se dispone entre el pasillo frío y el pasillo caliente. La pluralidad de componentes electrónicos se dispone en la pluralidad de bastidores.

60 En otro aspecto, la presente proporciona un sistema de refrigeración de centro de datos que tiene al menos un intercambiador de calor aire a líquido adaptado para enfriar el aire de un pasillo caliente de al menos una sala de un centro de datos, un intercambiador de calor líquido a líquido conectado de forma fluida al menos a un intercambiador de calor aire a líquido, un primer enfriador conectado de forma fluida al intercambiador de calor líquido a líquido, un segundo enfriador conectado de forma fluida al primer enfriador, al menos una primera bomba conectada de forma fluida al menos a un intercambiador de calor aire a líquido para bombear un primer refrigerante del al menos un intercambiador de calor aire a líquido, fluyendo selectivamente el primer refrigerante al intercambiador de calor líquido a líquido, y al primer y segundo enfriadores antes de fluir de nuevo al menos a un intercambiador de calor aire a líquido, una unidad de refrigeración libre conectada de forma fluida al intercambiador de calor líquido a líquido

5 para enfriar el primer refrigerante que fluye a través del mismo y conectada de forma fluida al primer y segundo
enfriadores para condensar el refrigerante que circula en los mismos, y al menos una segunda bomba conectada de
forma fluida a la unidad de refrigeración libre para bombear un segundo refrigerante de la unidad de refrigeración
libre, fluyendo selectivamente el segundo refrigerante al intercambiador de calor líquido a líquido, y al primer y
segundo enfriadores antes de que fluya de nuevo a la unidad de refrigeración libre. El al menos un intercambiador
de calor aire a líquido, el intercambiador de calor líquido a líquido, el primer enfriador y el segundo enfriador están
10 conectados de forma fluida en serie. Cuando el primer refrigerante fluye al intercambiador de calor líquido a líquido y
al primer y segundo enfriadores, el primer refrigerante fluye secuencialmente desde el al menos un intercambiador
de calor aire a líquido, al intercambiador de calor líquido a líquido, al primer enfriador, al segundo enfriador, y de
nuevo al menos a un intercambiador de calor aire a líquido.

En un aspecto más, la unidad de refrigeración libre, el intercambiador de calor líquido a líquido, el primer enfriador y
el segundo enfriador están conectados en serie.

15 En un aspecto adicional, cuando el segundo refrigerante fluye al intercambiador de calor líquido a líquido y al primer
y segundo enfriadores, el segundo refrigerante fluye secuencialmente desde la unidad de refrigeración libre, al
intercambiador de calor líquido a líquido, al segundo enfriador, al primer enfriador, y de nuevo a la unidad de
refrigeración libre.

20 En un aspecto más, la unidad de refrigeración libre es una torre de refrigeración y el segundo refrigerante es agua.

En un aspecto adicional, la unidad de refrigeración libre es un refrigerador seco.

25 En un aspecto más, el segundo refrigerante es, al menos en parte, un anticongelante.

En un aspecto adicional, una primera válvula tiene una primera posición donde el segundo refrigerante fluye a través
del intercambiador de calor líquido a líquido y una segunda posición donde al menos una porción del segundo
refrigerante se desvía del intercambiador de calor líquido a líquido, una segunda válvula tiene una primera posición
donde el segundo refrigerante fluye a través del primer enfriador y una segunda posición donde al menos una
30 porción del segundo refrigerante se desvía del primer enfriador, y una tercera válvula tiene una primera posición
donde el segundo refrigerante fluye a través del segundo enfriador y una segunda posición donde al menos una
porción del segundo refrigerante se desvía del segundo enfriador.

35 En un aspecto más, la al menos una segunda bomba está conectada de forma fluida entre la unidad de refrigeración
libre y el intercambiador de calor líquido a líquido.

En un aspecto adicional, una primera válvula tiene una primera posición donde el primer refrigerante fluye a través
del intercambiador de calor líquido a líquido y una segunda posición donde al menos una porción del primer
refrigerante se desvía del intercambiador de calor líquido a líquido, una segunda válvula tiene una primera posición
donde el primer refrigerante fluye a través del primer enfriador y una segunda posición donde al menos una porción
40 del primer refrigerante se desvía del primer enfriador, y una tercera válvula tiene una primera posición donde el
primer refrigerante fluye a través del segundo enfriador y una segunda posición donde al menos una porción del
primer refrigerante se desvía del segundo enfriador.

45 En un aspecto más, una cuarta válvula tiene una primera posición donde el segundo refrigerante fluye a través del
intercambiador de calor líquido a líquido y una segunda posición donde al menos una porción del segundo
refrigerante se desvía del intercambiador de calor líquido a líquido, una quinta válvula tiene una primera posición
donde el segundo refrigerante fluye a través del primer enfriador y una segunda posición donde al menos una
porción del segundo refrigerante se desvía del primer enfriador, una sexta válvula tiene una primera posición donde
50 el segundo refrigerante fluye a través del segundo enfriador y una segunda posición donde al menos una porción del
segundo refrigerante se desvía del segundo enfriador. La cuarta válvula está en la primera posición cuando la
primera válvula está en la primera posición. La quinta válvula está en la primera posición cuando la segunda válvula
está en la primera posición. La sexta válvula está en la primera posición cuando la tercera válvula está en la primera
posición. La cuarta válvula está en la segunda posición cuando la primera válvula está en la segunda posición. La
55 quinta válvula está en la segunda posición cuando la segunda válvula está en la segunda posición. La sexta válvula
está en la segunda posición cuando la tercera válvula está en la segunda posición.

En un aspecto adicional, un primer sensor de temperatura detecta una temperatura del primer refrigerante aguas
arriba del intercambiador de calor líquido a líquido, y un segundo sensor de temperatura detecta una temperatura del
segundo refrigerante aguas arriba del intercambiador de calor líquido a líquido. La primera válvula está en la
60 segunda posición al menos cuando la temperatura del segundo refrigerante detectada por el segundo sensor de
temperatura está por encima de la temperatura del primer refrigerante detectada por el primer sensor de
temperatura.

65 En un aspecto más, la primera válvula está en la primera posición cuando la temperatura del segundo refrigerante
detectada por el segundo sensor de temperatura está por debajo de la temperatura del primer refrigerante detectada

por el primer sensor de temperatura en al menos una cantidad predeterminada.

En un aspecto adicional, la cantidad predeterminada está entre 0,1 y 10 grados.

- 5 En un aspecto más, un sensor de temperatura detecta una temperatura del primer refrigerante aguas abajo del intercambiador de calor líquido a líquido y aguas arriba del primer enfriador. La segunda válvula está en la segunda posición cuando la temperatura del primer refrigerante detectada por el sensor de temperatura está en o por debajo de una temperatura predeterminada. La tercera válvula está en la segunda posición cuando la temperatura del primer refrigerante detectada por el sensor de temperatura está en o por debajo de la temperatura predeterminada.
- 10 La temperatura predeterminada es una temperatura a la que el primer refrigerante se va a suministrar al menos a un intercambiador de calor aire a líquido.

En un aspecto adicional, al menos una de la segunda válvula y la tercera válvula está en la primera posición cuando la temperatura del primer refrigerante detectada por el sensor de temperatura está por encima de la temperatura predeterminada.

15

En un aspecto más, para un caudal equivalente del primer refrigerante, una de la segunda válvula y la tercera válvula está en la primera posición cuando la temperatura del primer refrigerante detectada por el sensor de temperatura está por encima de la temperatura predeterminada en una primera cantidad, y ambas de la segunda válvula y la tercera válvula están en la primera posición cuando la temperatura del primer refrigerante detectada por el sensor de temperatura está por encima de la temperatura predeterminada en una segunda cantidad, siendo la segunda cantidad mayor que la primera cantidad.

20

En un aspecto adicional, la temperatura predeterminada está entre 8 grados Celsius y 18 grados Celsius.

25

En un aspecto más, la al menos una primera bomba está conectada de forma fluida entre el al menos un intercambiador de calor aire a líquido y el intercambiador de calor líquido a líquido.

En un aspecto adicional, el al menos un intercambiador de calor aire a líquido es una pluralidad de intercambiadores de calor aire a líquido conectados de forma fluida en paralelo.

30

En un aspecto más, el al menos un intercambiador de calor aire a líquido es al menos una bobina.

En un aspecto adicional, el intercambiador de calor líquido a líquido es un intercambiador de calor de tipo placas a contraflujo.

35

En un aspecto más, el primer refrigerante es al menos uno de agua y anticongelante.

En un aspecto adicional, una temperatura del primer refrigerante suministrado al menos a un intercambiador de calor aire a líquido es sustancialmente constante.

40

En un aspecto más, la temperatura del primer refrigerante suministrado al menos a un intercambiador de calor aire a líquido está entre 8 grados Celsius y 18 grados Celsius.

En un aspecto adicional, una temperatura del primer refrigerante aguas abajo del al menos un intercambiador de calor aire a líquido y aguas arriba del intercambiador de calor líquido a líquido es de al menos 18 grados Celsius.

45

En un aspecto más, una temperatura del primer refrigerante aguas abajo del al menos un intercambiador de calor aire a líquido y aguas arriba del intercambiador de calor líquido a líquido es de al menos 18 grados Celsius.

50

En un aspecto adicional, la temperatura del primer refrigerante aguas abajo del al menos un intercambiador de calor aire a líquido y aguas arriba del intercambiador de calor líquido a líquido es de al menos 22 grados Celsius.

En otro aspecto, la presente proporciona un centro de datos que tiene una sala que tiene un pasillo frío y un pasillo caliente, una pluralidad de componentes electrónicos dispuestos entre el pasillo frío y el pasillo caliente, circulando el aire en la sala a través de la pluralidad de componentes electrónicos del pasillo frío al pasillo caliente, el sistema de refrigeración de centro de datos que se ha descrito anteriormente, estando el al menos un intercambiador de calor aire a líquido dispuesto entre el pasillo caliente y el pasillo frío, y al menos un ventilador que hace circular el aire a través del al menos un intercambiador de calor aire a líquido del pasillo caliente al pasillo frío.

55

60

En un aspecto más, una temperatura del pasillo caliente está entre 26 grados Celsius y 38 grados Celsius y una temperatura del pasillo frío está entre 15 grados Celsius y 25 grados Celsius.

En un aspecto adicional, el al menos un ventilador es al menos un primer ventilador y un sistema de suministro de aire se conecta de forma fluida a la sala para suministrar aire del exterior de la sala a la sala. El sistema de

65

suministro de aire incluye un filtro de aire, y un segundo ventilador que suministra aire del exterior de la sala a la sala.

5 Para los fines de esta solicitud, la expresión "unidad de refrigeración libre" se refiere a una unidad que aprovecha las temperaturas del aire externo para enfriar agua u otro refrigerante. Ha de entenderse que el "enfriamiento libre" obtenido de la unidad de refrigeración libre no está totalmente libre dado que ha de usarse típicamente al menos una bomba para que corra el agua u otro refrigerante a través de la unidad de refrigeración libre y dado que se usa al menos un ventilador típicamente para dirigir y aumentar el caudal del aire externo a través de la unidad de refrigeración libre. Los ejemplos de unidades de refrigeración libre incluyen, pero sin limitación, torres de refrigeración y refrigeradores secos.

10 Las realizaciones de la presente invención tienen cada una al menos uno de los objetos y/o aspectos que se han mencionado anteriormente, pero no necesariamente tienen todos ellos. Ha de entenderse que algunos aspectos de la presente invención que han resultado de intentar conseguir el objeto que se ha mencionado anteriormente pueden no satisfacer este objeto y/o pueden satisfacer otros objetos no mencionados específicamente en el presente documento.

Características, aspectos y ventajas adicionales y/o alternativas de realizaciones de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción, los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para un mejor entendimiento de la presente invención, así como otros aspectos y características adicionales de la misma, se hace referencia a la siguiente descripción que se usará junto con los dibujos adjuntos, donde:

25 La figura 1 es una vista en alzado lateral esquemática de una sección de un centro de datos que tiene un sistema de refrigeración;
la figura 2 es una vista en perspectiva de un bastidor del centro de datos de la figura 1 con componentes electrónicos almacenados en el bastidor;
30 la figura 3 es una representación esquemática del sistema de refrigeración de refrigerante del centro de datos de la figura 1;
la figura 4 es una representación esquemática de un enfriador del sistema de refrigeración de refrigerante de la figura 3;
35 la figura 5 es una representación esquemática de una torre de refrigeración del sistema de refrigeración de refrigerante de la figura 3;
la figura 6 es una representación esquemática de un refrigerador seco que puede usarse en el sistema de refrigeración de refrigerante de la figura 3 como una alternativa a la torre de refrigeración de la figura 5;
la figura 7 es una representación esquemática de un sistema de suministro de aire exterior del centro de datos de la figura 1; y
40 la figura 8 es una representación esquemática de una realización alternativa de un sistema de suministro de aire exterior del centro de datos de la figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

45 La figura 1 ilustra un centro de datos 2, incluyendo una sala de centro de datos 4 que contiene varios bastidores de equipo electrónico 6, un sistema de refrigeración de refrigerante 8, y un sistema de suministro de aire exterior 10.

En esta realización, los bastidores 6 se disponen para formar anillos de bastidores 6 sobre diversos niveles. Se contempla que, en lugar de disponerse para formar anillos, los bastidores 6 en cada nivel pueden disponerse para formar un cuadrado, hexágono, octógono, teniendo cada uno, uno o más bastidores 6 por lado o cualquier otra configuración que alojará la sala 4. Aunque únicamente se muestran seis bastidores 6 dispuestos en tres niveles en la sala 4 para una fácil ilustración, debe entenderse que se contempla que la sala 4 pueda contener cientos de dichos bastidores dispuestos sobre más de tres niveles. Se contempla que la sala 4 puede ser de cualquier otra forma. Por ejemplo, se contempla que la sala 4 puede tener una sección transversal rectangular o circular. Se contempla que, en una realización donde la sala 4 tiene una sección transversal rectangular, los bastidores 6 pueden disponerse sobre un único nivel, de tal forma que la figura 1 ilustrará una vista en planta de tal sala. También se contempla que la sala 4 puede tener una única fila de bastidores 6, en cuyo caso, los bastidores 6 separarán la habitación en dos pasillos. Se contemplan otras configuraciones de los bastidores 6 en el interior de una sala 4. Se contempla que pueden proporcionarse suelos y/o puentes (no mostrados) entre cada nivel de bastidores 6 para facilitar el acceso a los bastidores 6. Sin embargo, los suelos y puentes deben tener una estructura reticulada, una estructura de rejilla o cualquier otra estructura que define apertura en los mismos, de tal forma que el flujo de aire de un nivel de bastidores 6 al otro no se impida demasiado por la presencia de los suelos y puentes.

50 Se disponen divisiones 12 entre cada nivel de bastidores 6. También se disponen otras divisiones (no mostradas) entre los bastidores adyacentes 6 de un mismo nivel. Por lo tanto, las divisiones y los bastidores 6 forman un pasillo central 14 y un pasillo exterior 16 en el interior de la sala 4. Se contempla que pueden proporcionarse una o más de

las divisiones con una puerta para proporcionar acceso al pasillo central 14.

La figura 2 ilustra esquemáticamente una realización posible de un bastidor 6. El bastidor 6 incluye un marco 18 que tiene varios soportes y/o estantes (no mostrados) que soportan los componentes electrónicos 20 en los mismos. Los componentes electrónicos 20 incluyen, pero sin limitación, ordenadores de propósito general o especial, servidores, almacenamiento electrónico de datos, dispositivos de telecomunicaciones, y combinaciones de los mismos. Aunque el marco 18 mostrado en la figura 2 tiene cuatro lados abiertos, se contempla que el marco 18 puede tener únicamente dos lados abiertos, de tal forma que cuando el bastidor 6 se instala en la sala 4, un lado se orienta hacia el pasillo central 14 y el otro lado se orienta hacia el pasillo exterior 16. Al menos algunos de los componentes electrónicos 20 están dotados de ventiladores (no mostrados) usados para crear un flujo de aire sobre al menos parte del hardware en estos componentes 20 para eliminar el calor de los mismos. Los componentes electrónicos 20 que tienen ventiladores se disponen en los bastidores 6 de tal forma que los ventiladores toman aire del pasillo exterior 16 y lo soplan en el pasillo central 14.

Haciendo referencia a la figura 1, un ventilador 22 se dispone cerca de una parte inferior del pasillo central 14. Se contempla que puede proporcionarse más de un ventilador 22. El ventilador 22 es un ventilador axial, pero se contempla que pueden usarse otros tipos de ventiladores. El ventilador 22 toma aire en el pasillo central 14 y empuja el aire a través de los intercambiadores de calor aire a líquido 24. Los intercambiadores de calor 24 se disponen en una configuración similar a la de los bastidores 6, pero se contempla que pueden disponerse en una configuración diferente. En una realización ejemplar, los intercambiadores de calor 24 son serpentines de refrigeración, pero se contempla que pueden usarse otros tipos de intercambiadores de calor aire a líquido 24. Como se explicará en más detalle a continuación, según el aire fluye a través de los intercambiadores de calor 24, el calor del aire se transfiere al refrigerante que fluye en los intercambiadores de calor 24. Como resultado, el aire se enfría. Después, el aire frío fluye hacia arriba en el pasillo exterior 16. Como se describirá a continuación, la velocidad del ventilador 22 se controla de tal forma que la presión del aire en el pasillo exterior 16 es ligeramente superior que la presión del aire en el pasillo central, y como resultado, el aire frío fluye del pasillo exterior 16 al pasillo central 14 a través de los bastidores 6 y los componentes electrónicos 20. Según fluye a través de los bastidores 6 y los componentes electrónicos 20, el calor generado por el hardware de los componentes electrónicos 20 se transfiere al aire. Como resultado, los componentes electrónicos 20 se enfrían. Para los componentes electrónicos 20 dotados de ventiladores, los ventiladores se usan para aumentar el flujo de aire sobre su hardware asociado y, por lo tanto, aumentar la velocidad de transferencia de calor del hardware con respecto al aire, facilitando de esta manera una operación eficiente de los componentes electrónicos 20 y ayudando a impedir el fallo de los componentes electrónicos 20 debido al sobrecalentamiento. Se contempla que dichos ventiladores pueden usarse únicamente cuando la temperatura del hardware excede una temperatura predeterminada. Se contempla que los ventiladores pueden montarse en los bastidores 6 para aumentar el flujo de aire entre los mismos. El aire que entra en el pasillo central 14 después de pasar a través de los bastidores 6 y los componentes electrónicos 20 está por lo tanto más caliente que el aire en el pasillo exterior 16. Por este motivo, el pasillo central 14 y el pasillo exterior 16 también se denominarán en el presente documento como el pasillo caliente 14 y el pasillo frío 16 respectivamente. El ventilador 22 recircula continuamente el aire del pasillo caliente 14, a través de los intercambiadores de calor 24, al pasillo frío 16, a través de los bastidores 6 y los componentes electrónicos 20, y de nuevo al pasillo caliente 14 como se ha descrito anteriormente. Se contempla que, en lugar de tener un ventilador 22 dispuesto en el pasillo caliente 14 que empuje el aire del pasillo caliente 14 a través de los intercambiadores de calor 24, estos ventiladores pueden proporcionarse en el pasillo frío 16, que empujarán el aire del pasillo caliente 14 a través de los bastidores 6 y los componentes electrónicos 20.

En una realización ejemplar, los intercambiadores de calor 24 están diseñados de tal forma que a plena capacidad de la sala 4 (es decir, una sala llena con el número máximo de componentes electrónicos operativos para los que se ha diseñado) el aire que entra en los intercambiadores de calor 24 a una temperatura entre 26 y 38 grados Celsius del pasillo caliente 14 deja los intercambiadores de calor 24 a una temperatura entre 15 y 25 grados Celsius. En otra realización ejemplar, la velocidad del ventilador 22 y del refrigerante que fluye a través de los intercambiadores de calor 24 se controlan de tal forma que las temperaturas en los pasillos caliente y frío 14, 16 se mantengan en o cerca (es decir, más o menos 0,5 grados Celsius) de las temperaturas predeterminadas dentro de los intervalos que se han mencionado anteriormente.

Se proporcionan uno o más sensores de temperatura 26 y uno o más sensores de presión del aire 28 en el pasillo caliente 14. De forma similar, se proporcionan uno o más sensores de temperatura 30 y uno o más sensores de presión del aire 32 en el pasillo frío 16. Estos se usan para controlar la temperatura y la presión en los pasillos caliente y frío 14, 16. La temperatura y la presión en los pasillos caliente y frío 14, 16 puede fluctuar, por ejemplo, según los componentes electrónicos 20 se enciendan y se apaguen, en base a niveles de fluctuación de la potencia suministrada a los componentes electrónicos 20, debido a la adición y eliminación de los componentes electrónicos 20 en la sala 4 que aumenta o reduce la cantidad de calor general en la sala 4, debido a aperturas que se forman o se bloquean entre los pasillos caliente y frío 14, 16 como resultado de la adición o eliminación de componentes electrónicos 20 en los bastidores 6 que afecta al flujo de aire entre los pasillos caliente y frío 14, 16, y por la apertura y cierre de puertas entre los pasillos caliente y frío 14, 16 o para acceder a la sala 4.

Con el fin de controlar la temperatura en el pasillo caliente 14, una unidad de control (no mostrada) controla la velocidad del ventilador 22 en base a las lecturas obtenidas del sensor o sensores de temperatura 26 y los sensores de presión del aire 28 y 32. Si se determina que la temperatura en el pasillo caliente 14 está por debajo de la temperatura deseada, la velocidad del ventilador 22 disminuye de tal forma que la presión del aire en el pasillo frío 16 disminuye relativa a la presión del aire en el pasillo caliente 14, reduciendo de esta manera la velocidad del aire que fluye a través de los bastidores 6 y los componentes electrónicos 22. Sin embargo, la presión del aire en el pasillo frío 16 no debe reducirse por debajo de la presión del aire en el pasillo caliente 14, lo que causaría que el aire que fluya a través de los bastidores 6 y los componentes electrónicos 20 del pasillo caliente 14 al pasillo frío 16. Cuando la presión del aire en el pasillo frío 14 es la misma que la presión del aire en el pasillo caliente 16, el flujo de aire a través de los componentes electrónicos 20 se genera por los ventiladores de los componentes electrónicos 20 dotados de dichos ventiladores. Si se determina que la temperatura en el pasillo caliente 14 está por encima de la temperatura deseada, la velocidad del ventilador 22 aumenta de tal forma que la presión del aire en el pasillo frío 16 aumenta con respecto a la presión del aire en el pasillo caliente 14, aumentando de esta manera la velocidad del aire que fluye a través de los bastidores 6 y los componentes electrónicos 20. Sin embargo, se contempla que la unidad de control puede impedir que la presión del aire en el pasillo frío 16 exceda una diferencia de presión predeterminada con el pasillo caliente 14. En una realización ejemplar, la velocidad del ventilador 22 se controla de tal forma que la presión del aire en el pasillo frío 16 esté entre 0 y 50 Pascales por encima de la presión del aire en el pasillo caliente 14.

Con el fin de controlar la temperatura en el pasillo frío 16, la unidad de control que se ha mencionado anteriormente, o una unidad de control diferente, controla el caudal de refrigerante en los intercambiadores de calor 24 a través de una válvula (no mostrada) en base a las lecturas obtenidas del sensor o sensores de temperatura 30. Como se explicará a continuación, una temperatura del refrigerante que entra en los intercambiadores de calor 24 se controla para que sea sustancialmente constante. Si se determina que la temperatura en el pasillo frío 16 está por debajo de la temperatura deseada, el caudal de refrigerante en los intercambiadores de calor 24 se reduce. Si se determina que la temperatura en el pasillo frío 16 está por encima de la temperatura deseada, el caudal de refrigerante en los intercambiadores de calor 24 se aumenta.

En una realización alternativa, se contempla que la temperatura en el pasillo frío 16 puede controlarse controlando una temperatura del refrigerante que entra en los intercambiadores de calor 24. Si se determina que la temperatura en el pasillo frío 16 está por debajo de la temperatura deseada, la temperatura del refrigerante suministrado a los intercambiadores de calor 24 se aumenta. Si se determina que la temperatura en el pasillo frío 16 está por encima de la temperatura deseada, la temperatura del refrigerante suministrado a los intercambiadores de calor 24 se reduce.

Por los motivos explicados a continuación, los intercambiadores de calor 24 no tienen filtro (es decir, no están dotados de filtros de aire). Como tal, el ventilador 22 puede funcionar a velocidades inferiores que se otro modo requerirán filtros de aire proporcionados aguas arriba o aguas debajo de los intercambiadores de calor, ya que el ventilador 22 no necesita compensar la pérdida de carga que los filtros de aire habrían causado. Estas velocidades de ventilador inferiores pueden dar como resultado ahorros de energía sustanciales. El refrigerante usado en los intercambiadores de calor 24 es agua. Sin embargo, se contempla que pueden usarse otros tipos de refrigerante tales como, por ejemplo, anticongelante o una solución de agua-anticongelante. Un ejemplo de anticongelante es glicol, pero se contempla que pueden usarse otros anticongelantes. Los intercambiadores de calor 24 están contactos en paralelo al sistema de refrigeración de refrigerante 8. Los intercambiadores de calor 24 y el sistema de refrigeración de refrigerante 8 forman juntos un sistema de refrigeración del centro de datos 2. El refrigerante caliente que sale de los intercambiadores de calor 24 entra en el sistema de refrigeración de refrigerante 8 donde se enfría como se describirá en más detalle a continuación y después se devuelve a los intercambiadores de calor 24. Se contempla que el mismo sistema de refrigeración de refrigerante 8 puede usarse para enfriar el refrigerante usado en los intercambiadores de calor 24 de más de una sala de centro de datos 4 conectando los intercambiadores de calor 24 en paralelo al sistema de refrigeración de refrigerante 8. También se contempla que pueden conectarse múltiples sistemas de refrigeración de refrigerante 8 en paralelo entre sí.

Como se apreciará, es difícil construir una sala perfectamente hermética. La conexión entre los componentes estructurales de la sala, las aperturas formadas en la estructura para extender cables dentro y fuera de la sala (energía, telecomunicación, etc.) y puertas para proporcionar acceso a la sala son todos ejemplos de razones que hacen esto difícil. Por lo tanto, el aire fuera de una sala que no es hermética puede entrar en la sala y afectar a la temperatura, la presión y el nivel de humedad en la sala y puede transportar polvo con éste. Como se entenderá, esto afectará a la eficiencia de la sala. Para superar esto, la presión del aire en el interior de la sala del centro de datos 4 como se determinar por los sensores de presión del aire 28, 32 se mantiene ligeramente por encima de la presión del aire fuera de la sala 4 como se determina por un sensor de presión del aire (no mostrado) dispuesto fuera de la sala 4. Esto causa un ligero flujo de aire fuera de la sala 4 que impide la entrada de aire exterior y polvo. Para compensar esta pérdida de aire en el interior de la sala 4 y mantener la presión en el interior de la sala 4, el sistema de suministro de aire 10 suministra continuamente aire desde el exterior de la sala 4 a la sala 4. Como se describirá en más detalle a continuación, el sistema de suministro de aire 10 condiciona el aire exterior antes de suministrarlo a la sala 4.

Volviendo ahora a la figura 3, el sistema de refrigeración de refrigerante 8 se describirá en más detalle. Aunque, como se ha explicado anteriormente, se contempla que pueden usarse diversos tipos de refrigerante, el sistema de refrigeración de refrigerante 8 se describirá para usar agua como el refrigerante. El sistema de refrigeración de refrigerante 8 suministra el agua a los intercambiadores de calor 24 a una temperatura predeterminada sustancialmente constante (es decir, más o menos 0,5 grados Celsius). En una realización ejemplar, esta temperatura predeterminada está entre 8 y 18 grados Celsius. Ésta es mayor que la temperatura de 7 grados Celsius que se encuentra típicamente en estos tipos de aplicaciones. La temperatura del agua que se devuelve al sistema de refrigeración de refrigerante 8 desde los intercambiadores de calor 24 dependerá de la temperatura del agua que entra en los intercambiadores de calor 24, el diseño de los intercambiadores de calor 24, el caudal del agua a través de los intercambiadores de calor 24, la temperatura de los pasillos caliente y frío 14, 16, y la velocidad del ventilador 22. En una realización ejemplar, la temperatura del agua que se devuelve al sistema de refrigeración de refrigerante 8 desde los intercambiadores de calor 24 es de al menos 18 grados Celsius. En otra realización ejemplar, esta temperatura es de al menos 22 grados Celsius. Ésta es mayor que la temperatura de 12,2 grados Celsius que se encuentra típicamente en estos tipos de aplicaciones.

Mediante el uso de intercambiadores de calor 24 que tienen mayores temperaturas de refrigerante de entrada y salida que los usados típicamente en este tipo de aplicación (es decir, refrigeración de centros de datos), se ha descubierto que la eficiencia del sistema de refrigeración de centro de datos puede mejorarse. Combinar esto con la menor velocidad del ventilador posible eliminando los filtros de aire en la sala 4 aumenta adicionalmente la eficiencia.

Como puede observarse en la figura 3, el agua que entra en el sistema de refrigeración de refrigerante 8 fluye en primer lugar a través de una bomba 34. La bomba 34 bombea el agua de los intercambiadores de calor 24, hace que fluya a través del sistema de refrigeración de refrigerante 8, y a través de los intercambiadores de calor. Se contempla que puede proporcionarse más de una bomba 34. También se contempla que la bomba 34 puede proporcionarse en cualquier parte entre las salidas de los intercambiadores de calor 24 y las entradas de los intercambiadores de calor 24. Un sensor de temperatura 36 detecta una temperatura del agua que sale de la bomba 34. Un medidor de flujo 38 detecta el caudal del agua que sale de la bomba 34. Se contempla que el medidor de flujo 38 puede disponerse aguas arriba del sensor de temperatura 36.

A partir del medidor de flujo 38, el agua fluye selectivamente a través de un intercambiador de calor líquido a líquido 40 que se va a enfriar. En la presente realización, el intercambiador de calor 40 es un intercambiador de calor de tipo placas a contraflujo. Se contempla que pueden usarse otros tipos de intercambiadores de calor líquido a líquido, tales como un intercambiador de calor de casco y tubos. Como se explicará en más detalle a continuación, el refrigerante usado para controlar el agua que fluye desde el medidor de flujo 38 es agua suministrada desde una unidad de refrigeración libre en forma de torre de refrigeración 42. Se contempla que cuando el refrigerante usado en los intercambiadores de calor 24 y el refrigerante usado en la unidad de refrigeración libre son el mismo, el intercambiador de calor líquido a líquido puede ser un puente hidráulico en el interior del cual ambos flujos de refrigerante se mezclan. También se contempla que puede proporcionarse más de un intercambiador de calor líquido a líquido 40. Se contempla que puede proporcionarse más de una unidad de refrigeración libre, tal como una torre de refrigeración 42. Una válvula 44 puede abrirse para permitir que una mayor parte del agua que fluye desde el medidor de flujo 38 se desvíe del intercambiador de calor 40 por los motivos descritos a continuación. Se contempla que la válvula 44 puede reemplazarse por una válvula de tres vías de tal forma que toda el agua que fluye desde el medidor de flujo 38 fluye a través del intercambiador de calor 40 o se desvía del intercambiador de calor 40.

Un sensor de temperatura 46 detecta la temperatura del agua que sale del intercambiador de calor 40 y/o la válvula 44. A partir del intercambiador de calor 40 y/o la válvula 44, el agua fluye selectivamente a través de un enfriador 48 conectado en serie con el intercambiador de calor 40. El enfriador 48 es un enfriador por compresión de vapor, sin embargo, se contempla que pueden usarse otros tipos de enfriadores. Se contempla que puede proporcionarse más de un enfriador 48.

Como puede observarse en la figura 4, el enfriador 48 incluye un evaporador 50 a través del cual el agua del intercambiador de calor 40 y/o la válvula 44 fluye, un condensador 52 a través del cual el agua de la torre de refrigeración 42 fluye, un circuito de refrigerante 54 en el interior del cual fluye un refrigerante, un compresor 56 conectado de forma fluida al circuito de refrigerante 54, un motor 58 que impulsa el compresor 56, y una válvula de mariposa 60 conectada de forma fluida al circuito de refrigerante 54. El refrigerante entra en el compresor 56 como un vapor saturado. El compresor 56 comprime este vapor de refrigerante, aumentando de este modo su temperatura. Después, este vapor de refrigerante fluye a través del condensador 52. En el condensador 52, el agua de la torre de refrigeración 42 absorbe el calor del refrigerante, haciendo que se enfríe y se condense en un líquido. Después, el refrigerante líquido fluye a través de la válvula de mariposa 60. Esto hace que el refrigerante experimente una caída repentina de la presión que hace que una porción del refrigerante líquido se evapore al instante. Esto reduce la temperatura de la mezcla de refrigerante líquido y de vapor por debajo de la temperatura del agua que entra en el evaporador 50. Después, esta mezcla de refrigerante fluye a través del evaporador 50 y absorbe el calor del agua que fluye en el evaporador 50. Esto hace que la porción líquida de la mezcla de refrigerante se evapore y la temperatura del agua se reduzca. Después, el refrigerante fluye de vuelta a través del compresor 56 y el ciclo se repite. El enfriador 48 está dotado de sensores de temperatura (no mostrados) que

detectan las temperaturas de entrada y salida del agua que fluye a través del evaporador 50 y a través del condensador 52. Se contempla que estos sensores de temperatura pueden proporcionarse externamente del enfriador 48.

5 Como puede observarse en la figura 3, una válvula 62 puede abrirse para permitir que una mayoría del agua que fluye del intercambiador de calor 40 y/o la válvula 44 se desvíe del enfriador 48 por las razones que se describen a continuación. Se contempla que la válvula 62 puede reemplazarse por una válvula de tres vías de tal forma que toda el agua que fluye desde el intercambiador de calor 40 y/o la válvula 44 fluye a través del enfriador 48 o se desvía del enfriador 48.

10 A partir del enfriador 48 y/o la válvula 62, el agua fluye selectivamente a través de un enfriador 64 conectado en serie con el enfriador 48. El enfriador 64 es un enfriador por compresión de vapor del mismo tipo y capacidad de refrigeración que el enfriador 48. Como tal, el enfriador 64 funciona de la misma manera que el enfriador 48 y, por lo tanto, su funcionamiento no se describirá en el presente documento. Se contempla que el enfriador 64 puede ser de un tipo diferente y/o tener una capacidad de refrigeración diferente que el enfriador 48. También se contempla que puede proporcionarse más de un enfriador 64. Una válvula 66 puede abrirse para permitir que una mayor parte del agua que fluye desde el enfriador 48 y/o la válvula 62 se desvíe del enfriador 64 por las razones descritas a continuación. Se contempla que la válvula 66 puede reemplazarse por una válvula de tres vías de tal forma que toda el agua que fluye desde el enfriador 48 y/o la válvula 62 fluya a través del enfriador 64 o se desvíe del enfriador 64.

20 Desde el enfriador 64 y/o la válvula 66, el agua enfriada se devuelve a los intercambiadores de calor 24 para enfriar el aire en la sala 4 como se ha descrito anteriormente. Un sensor de temperatura 67 detecta la temperatura del agua suministrada a los intercambiadores de calor 24.

25 Volviendo ahora a la figura 5, se describirá la torre de refrigeración 42. En esta figura, el flujo de agua se ilustra por flechas de color negro y el flujo de aire por flechas de color blanco. La torre de refrigeración 42 es una torre de refrigeración a contracorriente, de circuito abierto, de tiro inducido. Se contempla que pueden usarse otros tipos de torres de refrigeración. La torre de refrigeración 42 tiene un ventilador 68 en una parte superior de la misma que introduce el aire exterior en la torre de refrigeración 42 cerca de una parte inferior de la misma, y hace que fluya hacia arriba a través de la torre de refrigeración 42. Se contempla que puede usarse más de un ventilador 68. El agua a enfriar por la torre de refrigeración 42 se suministra a una tubería 70 cerca de una parte superior de la torre de refrigeración 42. Unas boquillas 72 conectadas a la tubería 70 pulverizan el agua en el interior de la torre de refrigeración 42. El agua pulverizada fluye hacia abajo por la torre de refrigeración 42 por la gravedad. Según el agua pulverizada fluye contra el flujo de aire en la torre de refrigeración 42, una porción del agua se evapora, reduciendo así la temperatura del agua restante. Para aumentar la superficie de contacto entre el agua y el aire y el tiempo de contacto entre los dos con el fin de aumentar la refrigeración del agua, el agua pulverizada fluye sobre el material de relleno 74. Se contempla que el material de relleno 74 puede omitirse. El agua enfriada se recoge en una bandeja 76 en la parte inferior de la torre de refrigeración 42. La temperatura del agua que se recoge en la bandeja 76 depende de la temperatura y la humedad del aire que fluye en la torre de refrigeración 42 y la temperatura del agua que entra en la torre de refrigeración 42 a enfriar. Desde la bandeja 76, el agua enfriada fluye por el sistema de refrigeración de refrigerante como se describe a continuación. Dado que una cierta cantidad de agua se evapora durante el proceso de refrigeración, se proporciona un sistema de suministro de agua (no mostrado) para añadir agua en la bandeja 76 (o en cualquier otro punto en la torre de refrigeración 42 o su circuito de agua asociado) para acumular el agua evaporada.

45 Una bomba 78 bombea el agua de la bandeja 76 de la torre de refrigeración 42 y hace que fluya a través del circuito descrito a continuación y regrese a la tubería 70 de la torre de refrigeración 42. Se contempla que la bomba 78 puede proporcionarse en cualquier parte a lo largo del circuito descrito a continuación. También se contempla que puede proporcionarse más de una bomba 78. Un sensor de temperatura 80 detecta una temperatura del agua que sale de la bomba 78. A partir de la bomba 78, el agua fluye a través del intercambiador de calor 40 para enfriar el agua que procede de los intercambiadores de calor 24 o se desvía del intercambiador de calor 40 dependiendo de una posición de una válvula de tres vías 82. Cuando la temperatura detectada por el sensor de temperatura 80 está por debajo de la temperatura detectada por el sensor de temperatura 36 en al menos una cantidad predeterminada, la válvula 82 se posiciona de tal forma que el agua que fluye desde la bomba 78 fluye a través del intercambiador de calor 40 y la válvula 44 se cierra de tal forma que el agua que fluye desde la bomba 34 también fluye a través del intercambiador de calor 40. Como resultado, el agua que fluye desde la bomba 34 se enfría por el agua que fluye desde la torre de refrigeración 42. En una realización ejemplar, la temperatura detectada por el sensor de temperatura 80 tiene que estar entre 0,1 y 10 grados por debajo de la temperatura detectada por el sensor de temperatura 36 para el intercambiador de calor 40 que se va a usar para enfriar el agua que fluye desde la bomba 34 como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, se contempla que esta cantidad puede ser mayor de 10 grados. Cuando la temperatura detectada por el sensor de temperatura 80 está por encima de la temperatura detectada por el sensor de temperatura 36 o por debajo de la temperatura detectada por el sensor de temperatura 36 en menos de la cantidad predeterminada, la válvula 82 se sitúa de tal forma que el agua de la bomba 78 se desvía del intercambiador de calor 40 y la válvula 44 se abre de tal forma que la mayor parte del agua del intercambiador de calor 24 también fluye a través del intercambiador de calor 40.

5 A partir de la válvula 82, el agua fluye selectivamente a través del enfriador 64 para enfriar el refrigerante en el mismo. Una válvula 84 puede abrirse para permitir que la mayor parte del agua fluya desde la válvula 82 para desviarse del enfriador 64 por las razones que se describen a continuación. Se contempla que la válvula 84 puede reemplazarse por una válvula de tres vías de tal forma que toda el agua que fluye desde la válvula 82 fluya a través del enfriador 64 o se desvíe del enfriador 64. Cuando el enfriador 64 se va a usar para enfriar el agua usada en los intercambiadores de calor 24, ambas válvulas 66 y 84 se cierran y el motor del enfriador 64 se enciende. De otro modo, ambas válvulas 66 y 84 se abren y el motor del enfriador 64 se apaga.

10 A partir del enfriador 64 y/o la válvula 84, el agua fluye selectivamente a través del enfriador 48 para enfriar el refrigerante en el mismo. Una válvula 86 puede abrirse para permitir que la mayor parte del agua que fluye desde el enfriador 64 y/o la válvula 84 se desvíe del enfriador 48 por las razones que se describen a continuación. Se contempla que la válvula 86 puede reemplazarse por una válvula de tres vías de tal forma que toda el agua que fluye del enfriador 64 y/o la válvula 84 fluye a través del enfriador 48 o se desvía del enfriador 48. Cuando el enfriador 48 se va a usar para enfriar el agua usada en los intercambiadores de calor 24, ambas válvulas 62 y 86 se cierran y el motor 58 del enfriador 48 se enciende. De otro modo, ambas válvulas 62 y 86 se abren y el motor 58 del enfriador 48 se apaga.

20 A partir del enfriador 48 y/o la válvula 86, el agua fluye hasta la tubería 70 de la torre de refrigeración 42 para enfriarse y recircular a través del circuito que se ha descrito anteriormente.

25 Se contempla que la torre de refrigeración 42 puede reemplazarse por un refrigerador seco 88, tal como el mostrado en la figura 6. El refrigerador seco 88 incluye un intercambiador de calor aire a líquido 90 dispuesto fuera ya través del cual un refrigerante a enfriar fluye. Un par de ventiladores 92 inducen un flujo de aire ambiental sobre el intercambiador de calor 90 para enfriar el refrigerante que fluye en el mismo. Se contempla que únicamente puede usarse uno o más de los dos ventiladores 92. Si el centro de datos 2 se instala en una región donde la temperatura permanece típicamente por encima de 0 grados Celsius, el agua puede usarse como el refrigerante en el refrigerador seco 88. De otro modo, debería usarse un refrigerante que tenga una temperatura de congelación inferior, tal como un anticongelante o una solución de agua-anticongelante. A partir del intercambiador de calor 90 del refrigerador seco 88, el refrigerante fluye a través del mismo circuito que el agua de la torre de refrigeración 42 que se ha descrito anteriormente. Se contempla que la torre de refrigeración 42 también puede reemplazarse por otros tipos de unidades de refrigeración libre.

35 Aunque algunos sensores de temperatura y un medidor de flujo se han descrito anteriormente, se contempla que el sistema de refrigeración de refrigerante 8 puede proporcionarse con sensores de temperatura y medidores de flujo adicionales que pueden usarse en el control del sistema de refrigeración de refrigerante 8 y/o para controlar el funcionamiento del sistema de refrigeración de refrigerante 8.

40 Cuando la temperatura del agua detectada por el sensor de temperatura 46 corresponde, dentro de un cierto nivel de tolerancia, con la temperatura predeterminada a la que el agua se va a suministrar a los intercambiadores de calor 24 como resultado de la refrigeración de la misma por el intercambiador de calor 40, los enfriadores 48 y 64 no necesitan usarse. Como tal, todas las válvulas 62, 66, 84 y 86 se abren.

45 Cuando la temperatura del agua detectada por el sensor de temperatura 46 es menor que la temperatura predeterminada a la que el agua se va a suministrar a los intercambiadores de calor 24 como resultado de la refrigeración de la misma por el intercambiador de calor 40, la velocidad del ventilador 68 de la torre de refrigeración 42 y/o la velocidad de la bomba 78 se ajusta con el fin de aumentar la temperatura del agua que sale del intercambiador de calor 40 y detectada por el sensor de temperatura 46 a la temperatura predeterminada. Como alternativa, se contempla que la válvula 44 puede abrirse parcialmente de tal forma que una temperatura del agua resultante de la mezcla de agua que fluye a través del intercambiador de calor 40 y del agua que se desvía del intercambiador de calor 40 corresponde a la temperatura predeterminada. En tales condiciones, los enfriadores 48 y 64 no necesitan usarse y las válvulas 62, 66, 84 y 86 se abren.

50 Cuando la temperatura del agua detectada por el sensor de temperatura 46 está por encima de la temperatura predeterminada a la que el agua se va a suministrar a los intercambiadores de calor 24 ya sea como resultado de una refrigeración insuficiente de la misma por el intercambiador de calor 40 o como resultado del agua que se desvía del intercambiador de calor 40, se determina en primer lugar si únicamente uno o ambos de los enfriadores 48 y 64 son necesarios para reducir la temperatura del agua a la temperatura predeterminada antes de suministrarla a los intercambiadores de calor 24. Esto se hace en base, al menos en parte, a la diferencia entre la temperatura detectada por el sensor de temperatura 46 y la temperatura predeterminada a la que el agua se va a suministrar a los intercambiadores de calor y por el caudal del agua que se detecta por el medidor de flujo 38.

55 Si se determina que se van a usar ambos enfriadores 48 y 64, todas las válvulas 62, 66, 84 y 86 se cierran. En una realización ejemplar, cada uno de los enfriadores 48 y 64 se controla para reducir la temperatura del agua a la mitad de la que es necesaria para llevarla a la temperatura predeterminada a la que se va a suministrar a los intercambiadores de calor 24. Por ejemplo, cuando el sensor de temperatura 46 detecta una temperatura del agua de 12 grados por encima de la temperatura predeterminada a la que el agua se va a suministrar a los

intercambiadores de calor 24, el enfriador 48 se controla para reducir la temperatura del agua en 6 grados y el enfriador 64 se controla para reducir la temperatura del agua en 6 grados.

5 Si se determina que se va a usar únicamente uno de los enfriadores 48 y 64, entonces uno de los enfriadores 48 y 64 que puede reducir la temperatura del agua se usa más eficientemente. Éste es normalmente el enfriador 48, en cuyo caso, las válvulas 62 y 86 se cierran y las válvulas 66 y 84 se abren. Sin embargo, se contempla que en ciertas condiciones, el enfriador 64 puede ser el único que se use, en cuyo caso, las válvulas 66 y 84 se cierran y las válvulas 62 y 86 se abren.

10 En una realización ejemplar, se determina que únicamente uno de los enfriadores 48 y 64 puede usarse únicamente si la temperatura del agua puede reducirse a la temperatura predeterminada por uno de los enfriadores 48 y 64 funcionando a una fracción de su capacidad de refrigeración máxima. De otro modo, se usan ambos enfriadores 48 y 64.

15 Si la temperatura del agua detectada por el sensor de temperatura 67 está fuera de un intervalo estrecho por encima o por debajo de la temperatura predeterminada a la que el agua se va a suministrar a los intercambiadores de calor 24, el funcionamiento del intercambiador de calor 40 y de los enfriadores 48 y 64 se ajusta en consecuencia.

20 Volviendo ahora a la figura 7, el sistema de suministro de aire exterior 10 se describirá en más detalle. El aire exterior que entra en el sistema de suministro de aire 10 fluye en primer lugar a través de un filtro de aire 100 para eliminar un mayor porcentaje de polvo y partículas que pueden estar presentes en el aire. Se contempla que puede proporcionarse más de un filtro de aire 100. Dado que el aire suministrado por el sistema de suministro de aire 10 se filtra y presuriza la sala 4 por encima de la presión de aire fuera de la sala 4, los filtros de aire no están necesariamente dentro de la sala 4 para filtrar el aire que se hace circular en la misma, permitiendo de esta manera
25 que el ventilador 22 funcione a velocidades inferiores aumentando así la eficiencia del centro de datos 2. A partir del filtro de aire 100, el aire fluye a través de un intercambiador de calor aire a líquido 102 usado para enfriar o calentar el aire como se describe a continuación. El intercambiador de calor 102 es una bobina, pero se contempla que pueden usarse otros tipos de intercambiadores de calor. A partir del intercambiador de calor 102, el aire fluye a través de otro intercambiador de calor aire a refrigerante 104 usado para deshumidificar y enfriar adicionalmente el aire si es necesario como se describe a continuación. El intercambiador de calor 104 es una bobina, pero se contempla que pueden usarse otros tipos de intercambiadores de calor. El refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor 104 cuando está en funcionamiento se enfría por un sistema de refrigeración autónomo 106. El refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor 104 es un líquido, tal como agua, un anticongelante, o una solución de los mismos. Como tal, el intercambiador de calor aire a refrigerante 104 es un intercambiador de
35 calor aire a líquido 104. Se contempla que el refrigerante que fluye a través del intercambiador de calor 104 puede ser un refrigerante, en cuyo caso, el intercambiador de calor aire a refrigerante 104 será un intercambiador de calor aire a refrigerante 104. Un ventilador 108 se dispone cerca de la salida del sistema de suministro de aire 10. El ventilador 108 es un ventilador axial, pero se contempla que puede usarse otro tipo de ventilador, tal como un ventilador centrífugo o un ventilador de flujo mixto. El ventilador 108 tira el aire a través del sistema de suministro de
40 aire 10 y lo empuja dentro de la sala 4. En una realización ejemplar, el sistema de suministro de aire 10 suministra el aire al pasillo frío 16. El caudal del aire generado por el ventilador 108 es menor que el caudal del aire generado por el ventilador 22. En una realización ejemplar, el caudal generado por el ventilador 108 es entre el 0,1 % y el 25 % del caudal generado por el ventilador 22. En otra realización ejemplar, el caudal generado por el ventilador 108 es entre el 2 % y el 5 % del caudal generado por el ventilador 22. Se contempla que el ventilador 108 y el filtro 100 pueden disponerse en cualquier parte a lo largo del sistema de suministro de aire 10. Por ejemplo, el ventilador 108 puede disponerse en la entrada del sistema de suministro de aire 10 y el filtro 100 cerca de la salida del sistema de
45 suministro de aire.

50 El intercambiador de calor 102 tiene una solución de agua-glicol circulando a través del mismo mediante una bomba 110. Se contempla que puede usarse un refrigerante distinto de una solución de agua-glicol, tal como otro anticongelante. Se contempla que puede proporcionarse más de una bomba 110: La solución de agua-glicol también fluye a través de un intercambiador de calor de tipo placas a contraflujo 112 donde se calienta o se enfría dependiendo de si el aire exterior se va a calentar o enfriar como se describirá a continuación. Se contempla que el intercambiador de calor 112 puede ser un tipo diferente de intercambiador de calor líquido a líquido, tal como, por
55 ejemplo, un intercambiador de calor de casco y tubos.

El líquido usado para calentar o enfriar la solución de agua-glicol en el intercambiador de calor 112 es agua del sistema de refrigeración de refrigerante que se usa en los intercambiadores de calor 24. Como puede observarse en la figura 3, una válvula de tres vías 114 tiene un primer puerto conectado aguas arriba de la válvula 34 para recibir
60 agua caliente de los intercambiadores de calor 24, un segundo puerto conectado aguas abajo del enfriador 64 y la válvula 66 para recibir el agua fría del mismo, y un tercer puerto conectado a una bomba 116. Cuando la solución de agua-glicol se va a calentar en el intercambiador de calor 112, la válvula 114 se posiciona para suministrar agua caliente a la bomba 116 que después la bombea a través del intercambiador de calor 112. Cuando la solución de agua-glicol se va a enfriar en el intercambiador de calor 112, la válvula 114 se sitúa para suministrar agua fría a la
65 bomba 116 que después la bombea a través del intercambiador de calor 112. A partir del intercambiador de calor 112, el agua bombeada por la bomba 116 se suministra a una válvula de tres vías 118. Cuando el agua suministrada

a la bomba 116 es agua caliente, la válvula 118 se posiciona para suministrar el agua que regresa del intercambiador de calor 112 aguas arriba de la bomba 34 como se muestra. Cuando el agua suministrada a la bomba 116 es agua fría, la válvula 118 se posiciona para suministrar el agua que regresa del intercambiador de calor 112 aguas abajo del enfriador 64 y la válvula 66 como se muestra.

5 Aunque no se muestra, se proporcionan sensores de temperatura en el sistema de suministro de aire 10 para detectar la temperatura del aire exterior, del aire que fluye fuera del intercambiador de calor 102 y del aire que fluye fuera del intercambiador de calor 104. La temperatura del aire suministrado a la sala 4 por el sistema de suministro de aire 10 se controla por el sistema de suministro de aire para que esté por encima de 0 grados Celsius, para
10 impedir la congelación, pero por debajo de la temperatura del pasillo frío 16 como se detecta por el sensor o sensores de temperatura 30 con el fin de impedir la condensación del agua en el interior de la sala 4.

15 Cuando la temperatura del aire exterior es demasiado baja, la solución de agua-glicol que fluye a través del intercambiador de calor 102 se calienta como se ha indicado anteriormente. Por lo tanto, el aire que fluye a través del intercambiador de calor 102 se calienta. La velocidad de la bomba 110 y/o de la bomba 116 se controla de tal forma que la temperatura del aire aguas abajo del intercambiador de calor 102 esté dentro del intervalo deseado que se va a suministrar a la sala 4. El sistema de refrigeración 106 se apaga ya que bajo estas condiciones, el intercambiador de calor 104 no es necesario para enfriar el aire.

20 Cuando la temperatura del aire exterior es demasiado alta, el sistema de refrigeración 106 se enciende y se controla de tal forma que el intercambiador de calor 104 enfría el aire que fluye a través del mismo. Si la temperatura resultante del aire aguas abajo del intercambiador de calor 104 está dentro del intervalo deseado que se va a suministrar a la sala 4, entonces la bomba 110 se apaga, ya que el intercambiador de calor 102 no es necesario para enfriar el aire. Si la temperatura resultante del aire aguas abajo del intercambiador de calor 104 está aún por
25 encima del intervalo deseado a suministrar a la sala 4, entonces la bomba 110 se enciende y la solución de agua-glicol que fluye a través del intercambiador de calor 102 se enfría como se ha indicado anteriormente. Por lo tanto, el aire que fluye a través del intercambiador de calor 102 se enfría. La velocidad de la bomba 110 y/o de la bomba 116 se controla de tal forma que la temperatura del aire que fluye a través del intercambiador de calor 102 se reduce eficientemente. El sistema de refrigeración 106 se controla de tal forma que el intercambiador de calor 104 enfría el
30 aire que fluye a través del mismo a una temperatura dentro del intervalo deseado a suministrar a la sala 4. Cuando está en funcionamiento, el intercambiador de calor 104 también deshumidifica el aire que fluye a través del mismo.

35 Se contempla que si el centro de datos 2 se instala en una región en la que la temperatura permanece típicamente por encima de 0 grados Celsius, el circuito de la solución de agua-glicol, la bomba 110 y el intercambiador de calor 112 del sistema de suministro de aire 10 pueden omitirse, y que el agua caliente o fría suministrada por la bomba 116 puede suministrarse directamente al intercambiador de calor 102 como en el sistema de suministro de aire 10' mostrado en la figura 8. Los demás elementos del sistema de suministro de aire 10' son los mismos que los del sistema de suministro de aire 10, como tal, se han etiquetado con los mismos números de referencia y no se describirán de nuevo.

40 Las modificaciones y mejoras a las realizaciones que se han descrito anteriormente de la presente invención pueden ser evidentes para los expertos en la técnica. La descripción anterior pretende ser ejemplar en lugar de limitante. Por lo tanto, el alcance de la presente invención pretende limitarse únicamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.
45

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de refrigeración de centro de datos que comprende:
 - 5 al menos un intercambiador de calor aire a líquido (24) adaptado para enfriar el aire de un pasillo caliente (14) de al menos una sala de un centro de datos;
 - un intercambiador de calor líquido a líquido (40) conectado de forma fluida al menos a un intercambiador de calor aire a líquido (24);
 - un primer enfriador (48) conectado de forma fluida al intercambiador de calor líquido a líquido (40);
 - un segundo enfriador (64) conectado de forma fluida al primer enfriador (48);
 - 10 en el que el primer y segundo enfriadores son enfriadores por compresión de vapor que incluyen un circuito de refrigerante en el interior del cual fluye un refrigerante;
 - al menos una primera bomba (34) conectada de forma fluida al menos a un intercambiador de calor aire a líquido (24) para bombear en un primer circuito de refrigerante un primer refrigerante del al menos un intercambiador de calor aire a líquido (24), fluyendo selectivamente el primer refrigerante al intercambiador de calor líquido a líquido (40), y al primer (48) y segundo (64) enfriadores antes de fluir de nuevo al menos a un intercambiador de calor aire a líquido (24);
 - 15 una unidad de refrigeración libre (42) conectada de forma fluida al intercambiador de calor líquido a líquido (40) para enfriar el primer refrigerante que fluye a través del mismo y conectada de forma fluida al primer (48) y segundo (64) enfriadores para condensar el refrigerante que circula en los mismos; y
 - 20 al menos una segunda bomba (78) conectada de forma fluida a la unidad de refrigeración libre (42) para bombear en un segundo circuito de refrigerante un segundo refrigerante de la unidad de refrigeración libre (42), fluyendo selectivamente el segundo refrigerante al intercambiador de calor líquido a líquido (40), y al primer (48) y segundo (64) enfriadores antes de que fluya de nuevo a la unidad de refrigeración libre (42);
 - 25 en el que el al menos un intercambiador de calor aire a líquido (24), el intercambiador de calor líquido a líquido (40), el primer enfriador (48) y el segundo enfriador (64) están conectados de forma fluida en serie;
 - en el que la unidad de refrigeración libre (42), el intercambiador de calor líquido a líquido (40), el primer enfriador (48) y el segundo enfriador (64) están conectados de forma fluida en serie;
 - 30 en el que, cuando el primer refrigerante fluye al intercambiador de calor líquido a líquido (40) y al primer (48) y segundo (64) enfriadores, el primer refrigerante fluye secuencialmente desde el al menos un intercambiador de calor aire a líquido (24), al intercambiador de calor líquido a líquido (40), al primer enfriador (48), al segundo enfriador (64), y de nuevo al menos a un intercambiador de calor aire a líquido (24) en el primer circuito de refrigerante;
 - en el que, cuando el segundo refrigerante fluye al intercambiador de calor líquido a líquido (40) y al primer (48) y segundo (64) enfriadores, el segundo refrigerante fluye secuencialmente desde el intercambiador de calor líquido a líquido (40), al segundo enfriador (64), al primer enfriador (48), a la unidad de refrigeración libre (42), y de nuevo al intercambiador de calor líquido a líquido (40) en el segundo circuito de refrigerante;
 - 35 en el que unas válvulas respectivas (44, 62, 66, 82, 84, 86) se proporcionan para desviarse selectivamente de cada uno del intercambiador de calor líquido a líquido (40), el primer enfriador (48), y el segundo enfriador (64).
2. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que:
 - la unidad de refrigeración libre es una torre de refrigeración y el segundo refrigerante es agua; o
 - 40 la unidad de refrigeración libre es un refrigerador seco y el segundo refrigerante es opcionalmente, al menos en parte, anticongelante.
3. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que las válvulas respectivas comprenden:
 - 45 una primera válvula que tiene una primera posición donde el segundo refrigerante fluye a través del intercambiador de calor líquido a líquido y una segunda posición donde al menos una porción del segundo refrigerante se desvía del intercambiador de calor líquido a líquido;
 - una segunda válvula que tiene una primera posición donde el segundo refrigerante fluye a través del primer enfriador y una segunda posición donde al menos una porción del segundo refrigerante se desvía del primer enfriador; y
 - una tercera válvula que tiene una primera posición donde el segundo refrigerante fluye a través del segundo

enfriador y una segunda posición donde al menos una porción del segundo refrigerante se desvía del segundo enfriador.

4. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que la al menos una segunda bomba está conectada de forma fluida entre la unidad de refrigeración libre y el intercambiador de calor líquido a líquido.

5 5. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que las válvulas respectivas comprenden:

una primera válvula que tiene una primera posición donde el primer refrigerante fluye a través del intercambiador de calor líquido a líquido y una segunda posición donde al menos una porción del primer refrigerante se desvía del intercambiador de calor líquido a líquido;

10 una segunda válvula que tiene una primera posición donde el primer refrigerante fluye a través del primer enfriador y una segunda posición donde al menos una porción del primer refrigerante se desvía del primer enfriador; y

una tercera válvula que tiene una primera posición donde el primer refrigerante fluye a través del segundo enfriador y una segunda posición donde al menos una porción del primer refrigerante se desvía del segundo enfriador.

15 6. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 5, en el que las válvulas respectivas comprenden:

una cuarta válvula que tiene una primera posición donde el segundo refrigerante fluye a través del intercambiador de calor líquido a líquido y una segunda posición donde al menos una porción del segundo refrigerante se desvía del intercambiador de calor líquido a líquido;

20 una quinta válvula que tiene una primera posición donde el segundo refrigerante fluye a través del primer enfriador y una segunda posición donde al menos una porción del segundo refrigerante se desvía del primer enfriador; y

una sexta válvula que tiene una primera posición donde el segundo refrigerante fluye a través del segundo enfriador y una segunda posición donde al menos una porción del segundo refrigerante se desvía del segundo enfriador;

25 en el que la cuarta válvula está en la primera posición cuando la primera válvula está en la primera posición, la quinta válvula está en la primera posición cuando la segunda válvula está en la primera posición, la sexta válvula está en la primera posición cuando la tercera válvula está en la primera posición, la cuarta válvula está en la segunda posición cuando la primera válvula está en la segunda posición, la quinta válvula está en la segunda posición cuando la segunda válvula está en la segunda posición, la sexta válvula está en la segunda posición cuando la tercera válvula está en la segunda posición.

7. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 5, que comprende adicionalmente:

30 un primer sensor de temperatura que detecta una temperatura del primer refrigerante aguas arriba del intercambiador de calor líquido a líquido; y

un segundo sensor de temperatura que detecta una temperatura del segundo refrigerante aguas arriba del intercambiador de calor líquido a líquido;

35 en el que la primera válvula está en la segunda posición al menos cuando la temperatura del segundo refrigerante detectada por el segundo sensor de temperatura está por encima de la temperatura del primer refrigerante detectada por el primer sensor de temperatura;

opcionalmente, en el que la primera válvula está en la primera posición cuando la temperatura del segundo refrigerante detectada por el segundo sensor de temperatura está por debajo de la temperatura del primer refrigerante detectada por el primer sensor de temperatura en al menos una cantidad predeterminada;

40 en el que la cantidad predeterminada está opcionalmente entre 0,1 y 10 grados.

8. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 5, que comprende adicionalmente un sensor de temperatura que detecta una temperatura del primer refrigerante aguas abajo del intercambiador de calor líquido a líquido y aguas arriba del primer enfriador; y

45 en el que la segunda válvula está en la segunda posición cuando la temperatura del primer refrigerante detectada por el sensor de temperatura está en o por debajo de una temperatura predeterminada;

en el que la tercera válvula está en la segunda posición cuando la temperatura del primer refrigerante detectada por el sensor de temperatura está en o por debajo de la temperatura predeterminada;

en el que la temperatura predeterminada es una temperatura a la que el primer refrigerante se va a suministrar al menos a un intercambiador de calor aire a líquido;

opcionalmente, en el que al menos una de la segunda válvula y la tercera válvula está en la primera posición cuando la temperatura del primer refrigerante detectada por el sensor de temperatura está por encima de la temperatura predeterminada; u

5 opcionalmente, en el que, para un caudal equivalente del primer refrigerante, una de la segunda válvula y la tercera válvula está en la primera posición cuando la temperatura del primer refrigerante detectada por el sensor de temperatura está por encima de la temperatura predeterminada en una primera cantidad, y ambas de la segunda válvula y la tercera válvula están en la primera posición cuando la temperatura del primer refrigerante detectada por el sensor de temperatura está por encima de la temperatura predeterminada en una segunda cantidad, siendo la segunda cantidad mayor que la primera cantidad;

10 en el que la temperatura predeterminada está opcionalmente entre 8 grados Celsius y 18 grados Celsius.

9. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que la al menos una primera bomba está conectada de forma fluida entre el al menos un intercambiador de calor aire a líquido y el intercambiador de calor líquido a líquido.

15 10. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que el al menos un intercambiador de calor aire a líquido es una pluralidad de intercambiadores de calor aire a líquido conectados de forma fluida en paralelo.

11. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que el al menos un intercambiador de calor aire a líquido es al menos una bobina.

20 12. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que el intercambiador de calor líquido a líquido es un intercambiador de calor de tipo placas a contraflujo.

13. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que el primer refrigerante es al menos uno de agua y anticongelante.

25 14. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que una temperatura del primer refrigerante suministrado al menos a un intercambiador de calor aire a líquido es sustancialmente constante y está opcionalmente entre 8 grados Celsius y 18 grados Celsius; y

en el que una temperatura del primer refrigerante aguas abajo del al menos un intercambiador de calor aire a líquido y aguas arriba del intercambiador de calor líquido a líquido es opcionalmente al menos 18 grados Celsius.

30 15. El sistema de refrigeración de centro de datos de la reivindicación 1, en el que una temperatura del primer refrigerante aguas abajo del al menos un intercambiador de calor aire a líquido y aguas arriba del intercambiador de calor líquido a líquido es al menos 18 grados Celsius, o al menos 22 grados Celsius.

16. Un centro de datos que comprende:

una sala que tiene un pasillo frío y un pasillo caliente;

una pluralidad de componentes electrónicos dispuestos entre el pasillo frío y el pasillo caliente, circulando el aire en la sala a través de la pluralidad de componentes electrónicos del pasillo frío al pasillo caliente;

35 el sistema de refrigeración de centro de datos de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, estando el al menos un intercambiador de calor aire a líquido dispuesto entre el pasillo caliente y el pasillo frío; y

al menos un ventilador que hace circular el aire a través del al menos un intercambiador de calor aire a líquido del pasillo caliente al pasillo frío;

40 en el que una temperatura del pasillo caliente está opcionalmente entre 26 grados Celsius y 38 grados Celsius, y una temperatura del pasillo frío está opcionalmente entre 15 grados Celsius y 25 grados Celsius; y

opcionalmente,

en el que el al menos un ventilador es al menos un primer ventilador; y

que comprende adicionalmente un sistema de suministro de aire conectado de forma fluida a la sala para suministrar aire del exterior de la sala a la sala, incluyendo el sistema de suministro de aire:

45 un filtro de aire; y

un segundo ventilador que suministra aire del exterior de la sala a la sala.

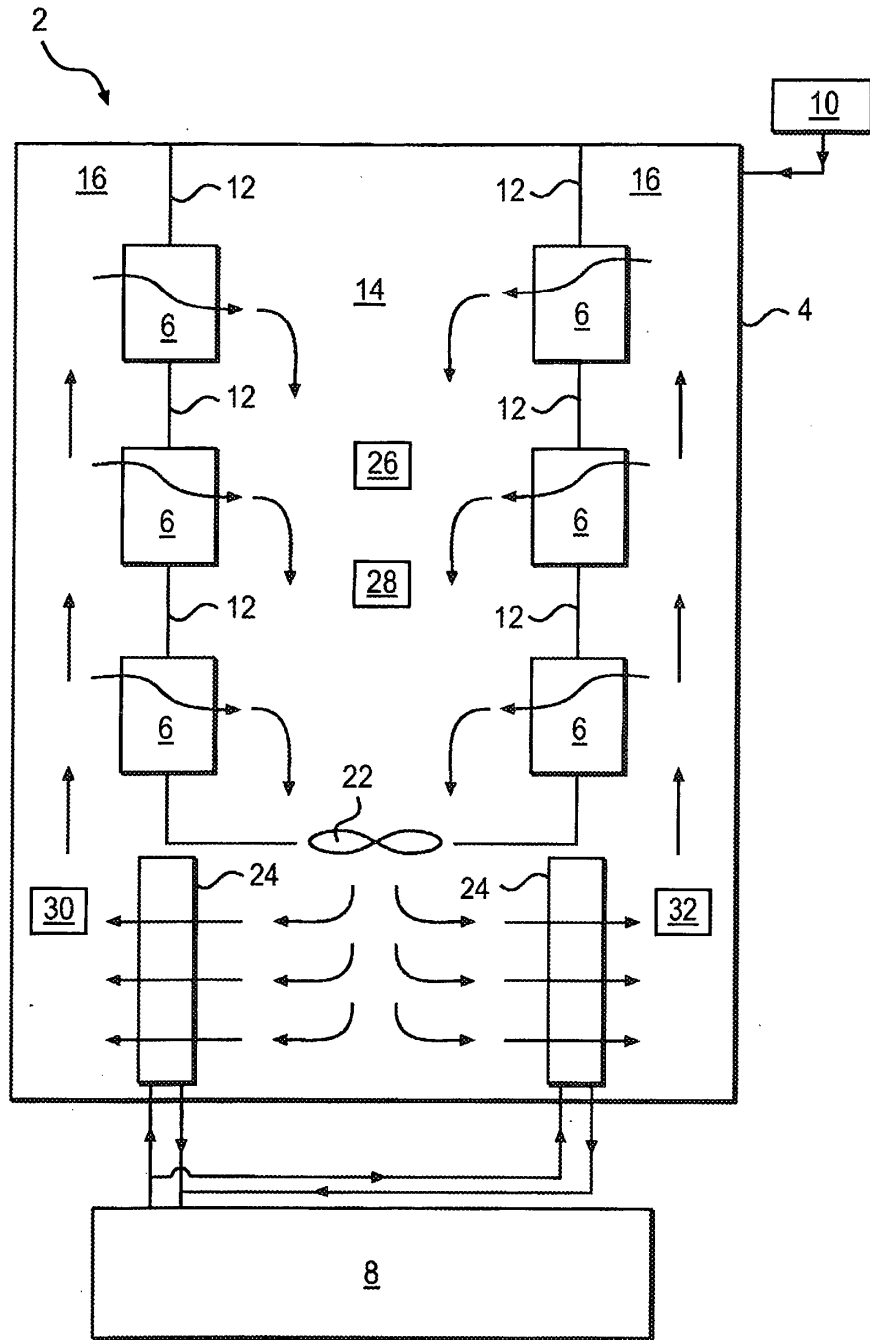


FIG. 1

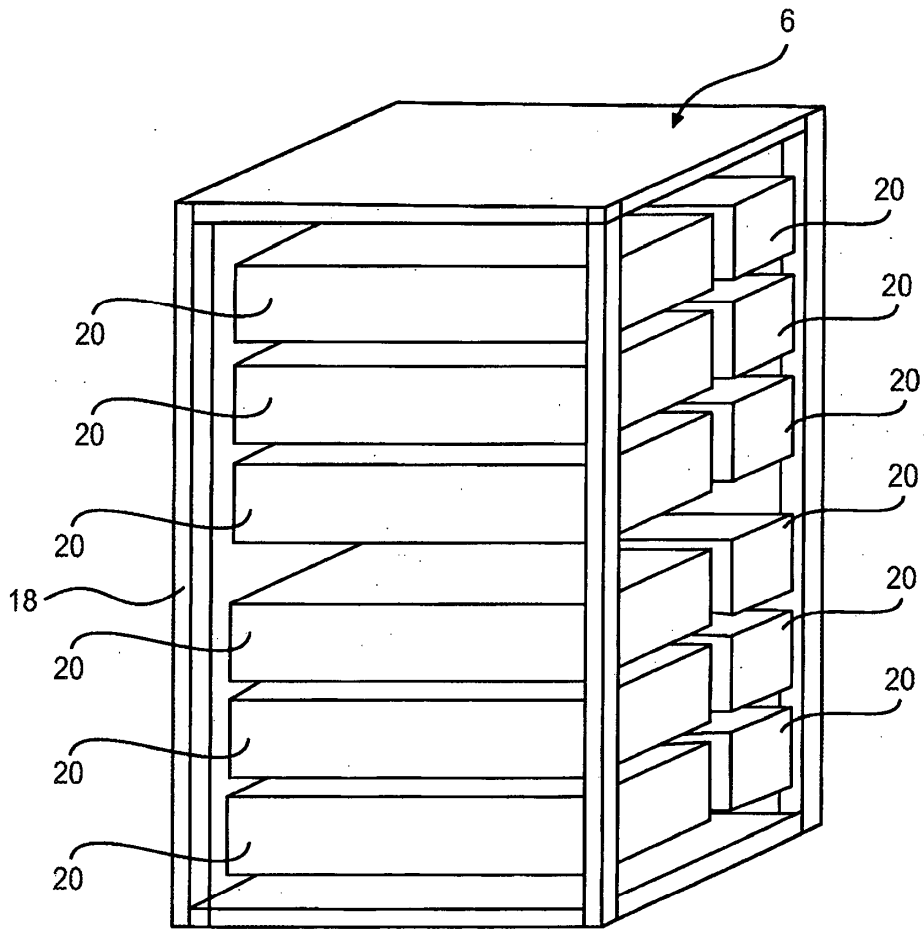


FIG. 2

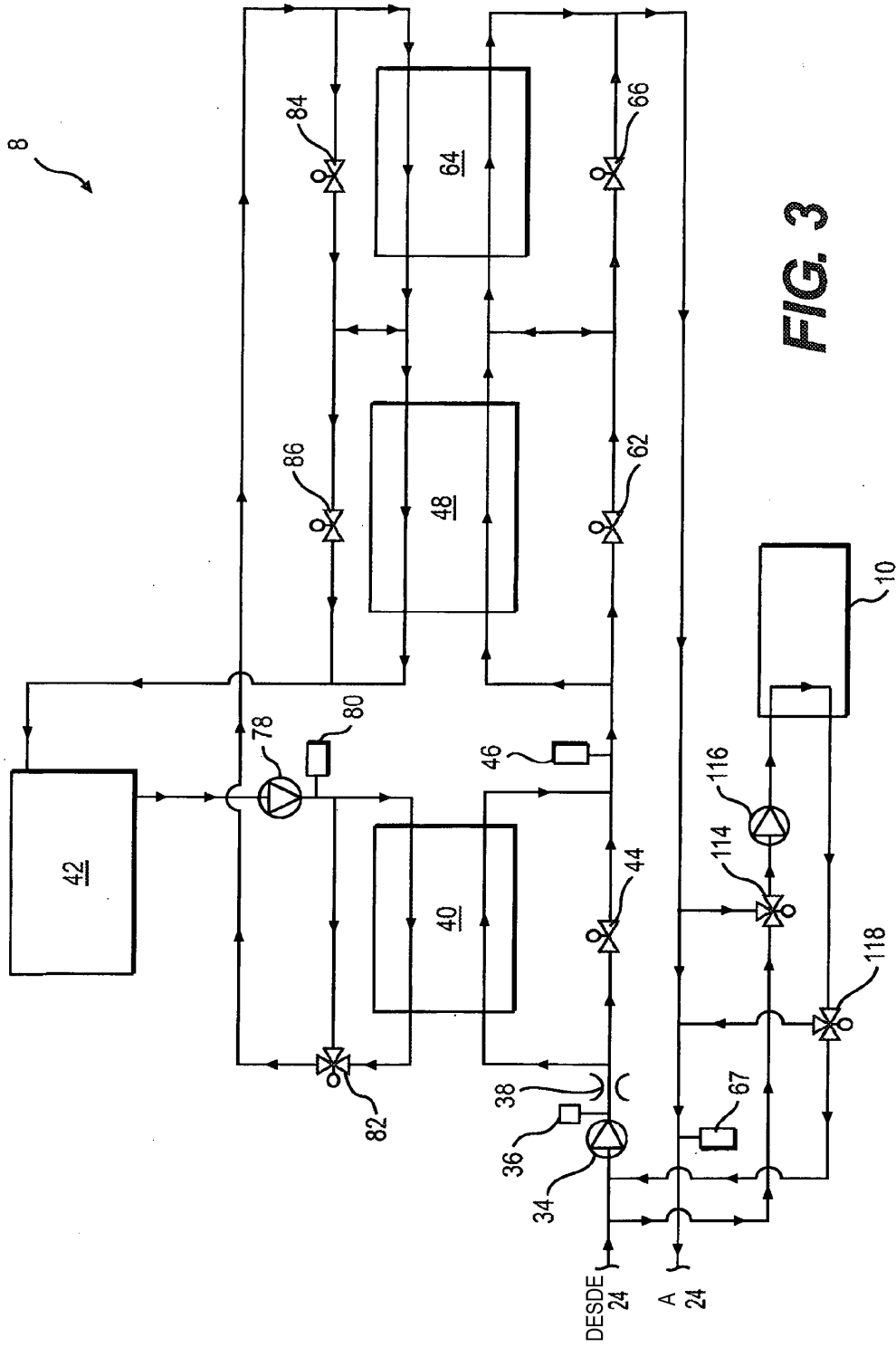


FIG. 3

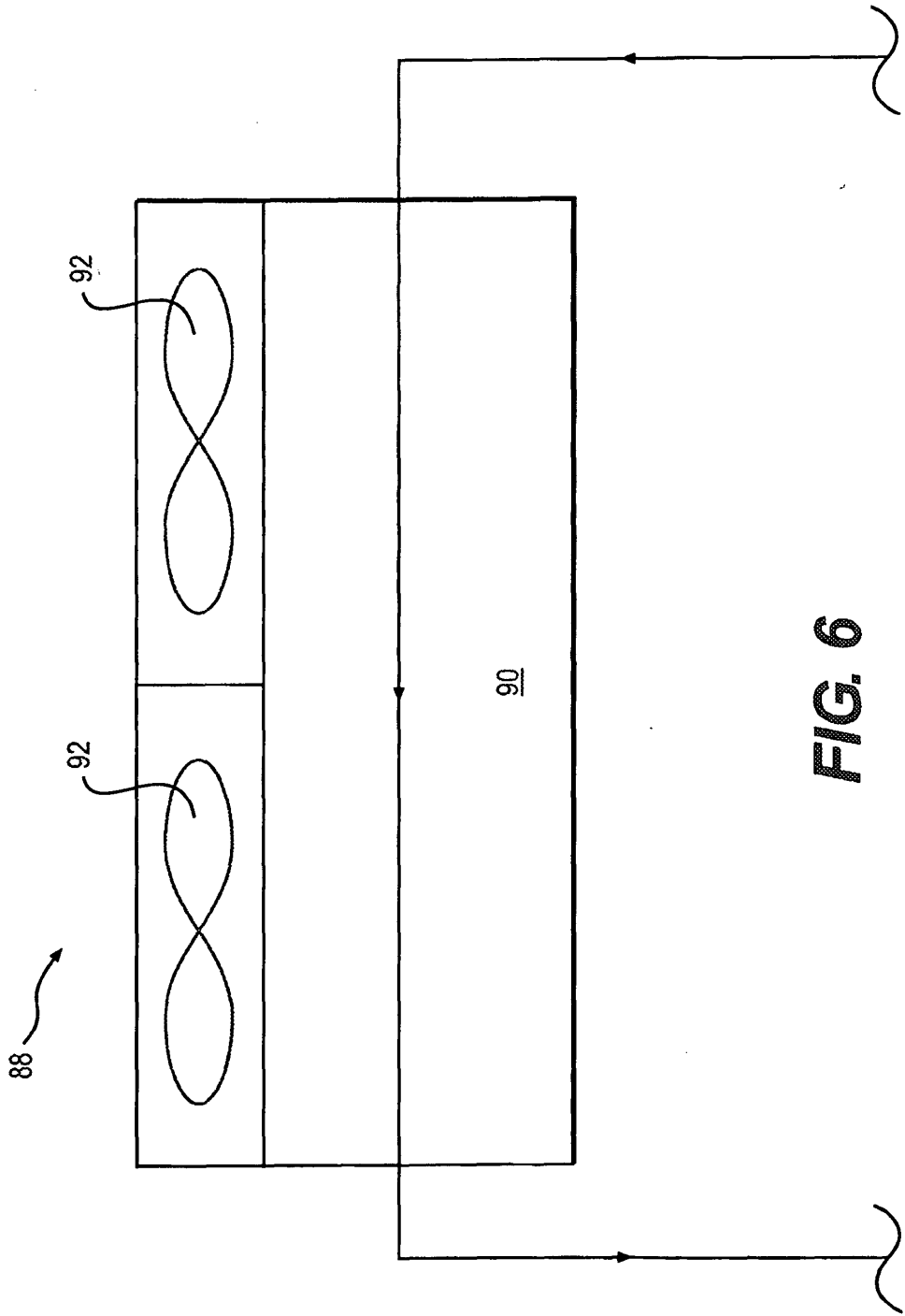


FIG. 6

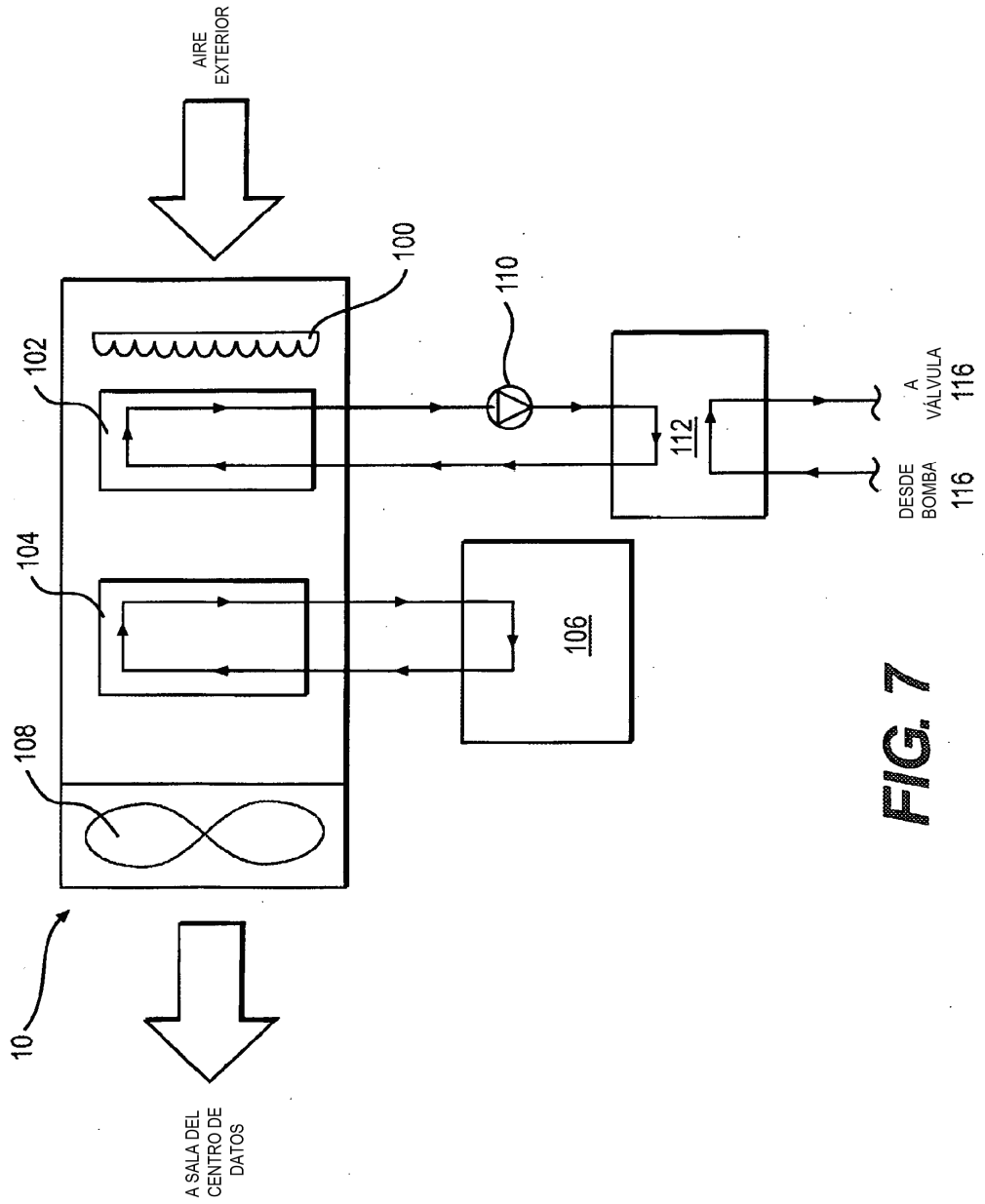


FIG. 7

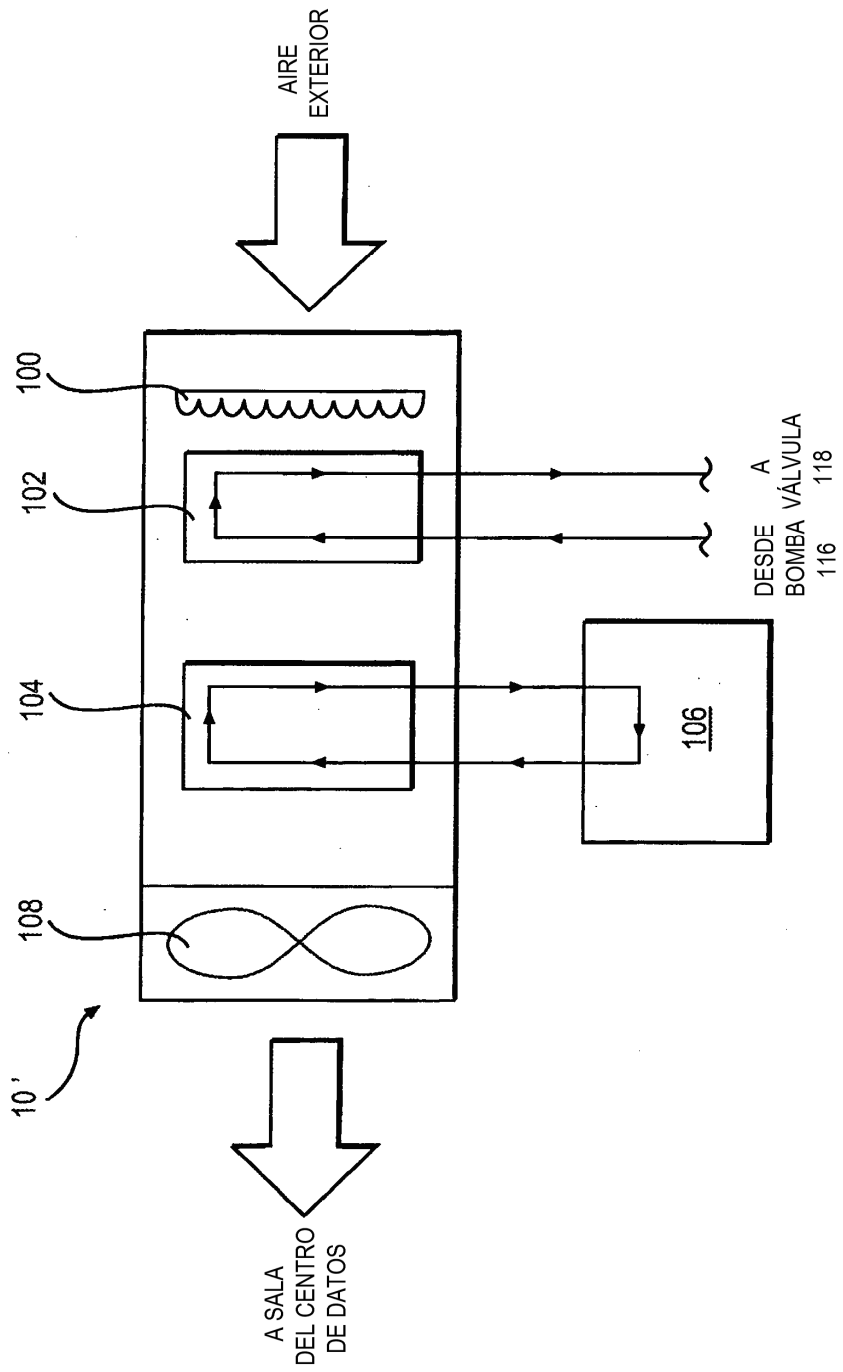


FIG. 8