

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 076**

51 Int. Cl.:

**H05K 7/20**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07716668 .4**

96 Fecha de presentación: **16.01.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1974592**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.10.2008**

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

30 Prioridad:

**19.01.2006 US 335856**

**19.01.2006 US 335874**

**19.01.2006 US 335901**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**04.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**04.12.2012**

73 Titular/es:

**AMERICAN POWER CONVERSION  
CORPORATION (100.0%)  
132 FAIRGROUNDS ROAD  
WEST KINGSTON, RI 02892, US**

72 Inventor/es:

**RASMUSSEN, NEIL;  
BEAN, JOHN H.;  
UHRHAN, GREG R.;  
BUELL, SCOTT D.;  
LONG, VINCENT R.;  
BROWN, MATTHEW;  
COLLINS, HENRY C. y  
LINGREY, DAVID JAMES**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 392 076 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.

**FUNDAMENTO DE LA INVENCION**

1. Campo de la Invención

5 Aspectos de la presente invención se refieren a centros de datos que contienen bastidores y recintos utilizados para alojar equipo de tratamiento de datos, de trabajo en red y de comunicaciones, y, más particularmente, a sistemas y métodos de enfriamiento utilizados para enfriar el equipo alojado por los citados bastidores y recintos.

2. Exposición de la Técnica Relacionada

10 Los recintos o bastidores de equipo para alojar equipo electrónico, tal como equipo de tratamiento de datos, de trabajos en red y de telecomunicaciones, han sido utilizados durante muchos años. Tales bastidores se usan para contener y organizar el equipo en pequeños armarios de cableado, así como salas de equipo y grandes centros de datos. En ciertas realizaciones, un bastidor de equipo puede ser una configuración abierta y puede ser alojado dentro de un recinto de bastidor, aunque el recinto puede estar incluido cuando se hace referencia a un bastidor.

15 Durante años se han desarrollado un cierto número de normas diferentes para hacer posible que los fabricantes de equipos diseñen equipo montable en bastidores, que pueda ser montado en bastidores estándar fabricados por diferentes fabricantes. Un bastidor estándar incluye normalmente carriles de montaje en los que se montan y apilan verticalmente dentro del bastidor múltiples unidades de equipo electrónico, tales como servidores y CPUs. Un bastidor estándar de ejemplo de la industria tiene aproximadamente de 1,80 a 1,95 metros (de 6 a 6 y medio pies) de altura, una anchura aproximada de 50,8 cm (veinticuatro pulgadas) y una profundidad de aproximadamente 101,6 cm (cuarenta pulgadas). Comúnmente se hace referencia a un tal bastidor como un bastidor de “nineteen inch” (“diecinueve pulgadas”), según se define en la norma EIA-310-D de la Electronics Industries Association.

20 Los bastidores nineteen inch se han usado extensamente en centros de datos y otras grandes instalaciones. Con la proliferación de Internet, no ha sido inusual que un centro de datos contenga cientos de estos bastidores. Además, con el tamaño cada vez mayor del equipo de ordenador y, en particular, servidores y hojas de ordenador, el número de dispositivos eléctricos montados en cada bastidor ha ido en aumento, presentándose preocupaciones acerca del enfriamiento del equipo.

25 El calor producido por equipos montados en bastidores puede tener efectos adversos sobre el rendimiento, fiabilidad y vida útil de los componentes del equipo. En particular, el equipo montado en un bastidor, alojado dentro de un recinto, puede ser vulnerable al calor acumulado y a los puntos calientes producidos dentro de los confines del recinto durante el funcionamiento. La cantidad de calor generado por un bastidor de equipo depende de la cantidad de energía eléctrica absorbida por el equipo en el bastidor durante el funcionamiento. Además, los usuarios de equipo electrónico pueden añadir, eliminar y reorganizar componentes montados en el bastidor a medida que cambian sus necesidades y desarrollan nuevas necesidades.

30 Anteriormente, en ciertas configuraciones, los centros de datos han sido enfriados mediante unidades de acondicionamiento de aire de salas de ordenadores (“CRAC”: Computer Room Air Conditioner), que eran normalmente unidades inmóviles, de cables duros, situadas alrededor de la periferia de la sala de centros de datos. Estas unidades de CRAC admiten aire desde las partes delanteras de las unidades y dan salida al aire de enfriamiento hacia arriba, hacia el techo de la sala del centro de datos. En otras realizaciones, las unidades de CRAC admiten aire desde la proximidad del techo de la sala del centro de datos y descargan el aire enfriado por debajo de un suelo elevado para suministrarlo a las partes delanteras de los bastidores de equipos. En general, tales unidades de CRAC admiten aire a la temperatura ambiente o de la sala (a unos 22°C) y descargan aire frío (a unos 13°C), el cual es soplado al interior de la sala del centro de datos y mezclado con el aire a la temperatura ambiente en o cerca de los bastidores de equipos.

35 El equipo montado en bastidor se enfría normalmente impulsando aire a lo largo de un lado frontal o lado de entrada de aire de un bastidor, impulsando el aire a través de sus componentes y expulsando a continuación el aire desde la parte trasera o lado de evacuación del bastidor. Una desventaja del sistema de acondicionamiento de aire del tipo CRAC es que el aire frío se mezcla con el aire a la temperatura de la sala, que es ineficaz. Idealmente, para hacer el sistema tan eficaz como sea posible, y para utilizar tan poca energía y espacio de suelo como sea posible, se ha de impulsar a las unidades de CRAC aire a la temperatura mayor posible y el aire de salida generado por el CRAC ha de estar unos pocos grados por debajo de la temperatura de la sala. Además, los requisitos de flujo de aire pueden ser considerablemente diferentes como consecuencia de diferentes números y tipos de componentes montados en el bastidor y diferentes configuraciones de los bastidores y de los recintos.

40 Para grandes centros de datos que requieran unidades de CRAC en o cerca del medio o centro de la sala del centro de datos, el suministro de refrigerante a las unidades de CRAC debe estar situado dentro de un suelo levantado, ya que no es deseable asegurar la conducción de refrigerante al techo del centro de datos debido a los peligros implicados con el posible fallo de las uniones o juntas de tuberías. Concretamente, con sistemas de CRAC

5 tradicionales, la conducción por tuberías de las unidades requiere corte y soldadura a mano significativos de las tuberías. Son comunes las fugas, y el escape de agua o refrigerante en un centro de datos puede dar lugar a riesgo de daños al equipo alojado dentro de los bastidores de equipos. Además, los posibles terremotos pueden agitar las tuberías y hacer que fallen las juntas. Por al menos estas razones, la mayoría de diseñadores y operadores de centros de datos no son proclives a considerar la conducción por tuberías elevadas para enfriar el centro de datos.

10 El documento WO2005081091 A2 describe un conjunto de dispositivos que comprende al menos un armario de mecanismo conmutador y un dispositivo de enfriamiento, teniendo el citado armario de mecanismo conmutador un interior cerrado, en el que se pueden alojar instalaciones eléctricas. El dispositivo de enfriamiento está unido en la proximidad de una superficie lateral del armadito de mecanismo conmutador, que se extiende al menos sobre parte de la altura del armario del mecanismo conmutador y que tiene una conexión con el interior a través de al menos una entrada de aire y al menos una salida de evacuación o ventilación.

15 El documento W003083631 A1 describe un armario de enfriamiento de centro de datos, que tiene una cámara impelente con una entrada a través de la cual circula el fluido de enfriamiento en dirección horizontal a velocidad uniforme desde la parte superior a la inferior a través de una serie de unidades de producción de calor, donde el fluido es activado a través de aberturas de salida hacia la parte de enfriamiento del armario separada de las unidades de producción de calor por un tabique con aberturas para entrada y salida de aire.

### SUMARIO DE LA INVENCION

20 Un primer aspecto de la invención está dirigido a un sistema para enfriar un centro de datos que tiene un volumen de espacio diseñado para alojar una pluralidad de bastidores de equipo electrónico, estando cada bastidor de equipo destinado a soportar al menos una pieza de equipo electrónico y que tiene una anchura estándar en la industria. El sistema comprende al menos un bastidor de enfriamiento que comprende un alojamiento que tiene una anchura aproximadamente igual a la mitad de la anchura de cada uno de la pluralidad de bastidores de equipos. El sistema incluye además componentes del sistema de enfriamiento soportados por el alojamiento.

25 Realizaciones del sistema pueden comprender además una caja de distribución destinada al refrigerante enfriado para el al menos un bastidor de enfriamiento y para recibir refrigerante calentado desde el al menos un bastidor de enfriamiento El sistema puede comprender además un sistema de comunicación de fluido destinado a conectar el al menos un bastidor de enfriamiento a la caja de distribución. En una realización, el sistema de comunicación de fluido comprende tuberías flexibles y miembros de soporte para soportar las tuberías flexibles. Las tuberías flexibles incluyen al menos un tramo de tubería flexible que tiene un primer elemento de acoplamiento destinado a acoplarse con el al menos un bastidor de enfriamiento, y un segundo elemento de acoplamiento destinado a acoplarse con la caja de distribución. Los componentes del sistema de enfriamiento pueden comprender un intercambiador de calor dispuesto dentro del alojamiento del al menos un bastidor de enfriamiento, estando el al menos un bastidor de enfriamiento configurado para impulsar aire caliente sobre el intercambiador de calor para enfriar el aire caliente. Una válvula de control puede estar acoplada funcionalmente al controlador para controlar el flujo de refrigerante hacia el al menos un bastidor de enfriamiento. Además, un monitor puede estar funcionalmente acoplado al controlador para medir las condiciones ambientales del volumen de espacio. La disposición es tal que el controlador está configurado para controlar el funcionamiento de los componentes del sistema de enfriamiento basándose en las condiciones ambientales del volumen de espacio. En una realización, el controlador puede estar dispuesto dentro del al menos un bastidor de enfriamiento. El al menos un bastidor de enfriamiento puede consistir en una pluralidad de bastidores de enfriamiento. La caja de distribución puede estar configurada para suministrar refrigerante enfriado a la pluralidad de bastidores de enfriamiento y para recibir refrigerante calentado desde la pluralidad de bastidores de enfriamiento, con el controlador para controlar el funcionamiento de la pluralidad de bastidores de enfriamiento y la caja de distribución. En otra realización, el controlador es un controlador principal dispuesto en una de la pluralidad de bastidores de enfriamiento. Todavía en otra realización, un controlador está funcionalmente acoplado al por lo menos un bastidor de enfriamiento, en el que el controlador está configurado para determinar la capacidad de enfriamiento del al menos un bastidor de enfriamiento. El alojamiento del al menos un bastidor de enfriamiento puede incluir ruedas auto-orientables acopladas al alojamiento, para hacer rodar el alojamiento a lo largo de una superficie generalmente horizontal.

50 Un segundo aspecto de la invención está dirigido a un método de enfriar un centro de datos. El método comprende disponer una pluralidad de bastidores de equipo en una fila, estando cada bastidor de equipo destinado a soportar al menos una pieza de equipo electrónico y que tiene una anchura estándar de la industria. El método comprende además situar un bastidor de enfriamiento entre dos bastidores de equipo de la pluralidad de bastidores de equipo. El bastidor de enfriamiento comprende un alojamiento adaptado para soportar componentes de un sistema de enfriamiento, teniendo el alojamiento una anchura de aproximadamente la mitad de la anchura de uno de la pluralidad de bastidores de equipo. El método comprende además suministrar refrigerante al bastidor de enfriamiento.

60 Realizaciones del método pueden comprender además controlar el flujo de refrigerante suministrado al bastidor de enfriamiento. El método puede comprender también vigilar las condiciones ambientales dentro del centro de datos y vigilar la capacidad de enfriamiento del bastidor de enfriamiento. La fila de la pluralidad de bastidores de equipo puede estar dispuesta para crear un pasillo de frío delante de la pluralidad de bastidores de equipos y un pasilla de

calor en la parte trasera de la pluralidad de bastidores de equipos. El método puede también comprender impulsar aire desde el pasillo de calor al bastidor de enfriamiento, enfriar el aire impulsado y expulsar el aire enfriado hacia el pasillo de frío. En una realización, el método puede comprender además impulsar directamente aire desde el bastidor de equipo al bastidor de enfriamiento. La pluralidad de bastidores de enfriamiento pueden estar situados dentro del centro de datos. El método puede incluir además controlar el funcionamiento de la pluralidad de bastidores de enfriamiento. Aún más, el método puede incluir vigilar condiciones ambientales dentro del centro de datos y controlar selectivamente el funcionamiento de cada uno de la pluralidad de bastidores basándose en condiciones ambientales dentro del centro de datos.

Un tercer aspecto de la invención está dirigido a un sistema para enfriar un bastidor de equipo electrónico destinado a soportar al menos una pieza de equipo electrónico, comprendiendo el bastidor de equipo un alojamiento que tiene una parte delantera, una parte trasera, dos laterales, una parte inferior y una parte superior, teniendo el alojamiento del bastidor de equipo una anchura estándar en la industria. El sistema comprende un bastidor de enfriamiento que incluye un alojamiento que tiene una parte delantera, una parte trasera, dos laterales, una parte inferior y una parte superior, teniendo el alojamiento del bastidor de enfriamiento una anchura de aproximadamente la mitad de la anchura del bastidor de equipo. El bastidor de enfriamiento está construido y dispuesto para ser situado en la proximidad del bastidor de equipo de tal manera que un lado del bastidor de enfriamiento esté adyacente a un lado del bastidor de equipo y que las partes delanteras y las partes traseras del bastidor de equipo y del bastidor de enfriamiento se sitúen esencialmente a lo largo de los mismos planos. El sistema incluye además componentes del sistema de enfriamiento soportados por el alojamiento del bastidor de enfriamiento, y una cámara impelente trasera asegurada a las partes traseras del bastidor de equipo y del bastidor de enfriamiento. La cámara impelente trasera está destinada a aislar aire dentro del bastidor de equipo de manera que el bastidor de enfriamiento enfríe el aire.

Realizaciones del sistema incluyen además una cámara impelente frontal asegurada a las partes delanteras del bastidor de equipo y del bastidor de enfriamiento. En una realización, componentes del sistema están destinados a impulsar aire caliente desde la parte trasera del bastidor de equipo a la parte trasera del bastidor de enfriamiento a través de la cámara impelente trasera, y los componentes del sistema de enfriamiento están además destinados a enfriar el aire caliente suministrado a la parte trasera del bastidor de enfriamiento y suministrar el aire frío a la parte delantera del bastidor de enfriamiento y a la parte delantera del bastidor de equipo. El sistema puede comprender además una caja de distribución destinada a suministrar refrigerante enfriado al bastidor de enfriamiento y recibir refrigerante calentado desde el bastidor de enfriamiento. Además, el sistema puede comprender también un sistema de comunicación de fluido adaptado para conectar el bastidor de enfriamiento a la caja de distribución. En otra realización, el sistema de comunicación de fluido comprende tuberías flexibles, en el que las tuberías flexibles incluyen al menos un tramo de tubería flexible que tiene un primer elemento de acoplamiento destinado a acoplarse con el al menos un bastidor de enfriamiento, y un segundo elemento de acoplamiento destinado a acoplarse con la caja de distribución. El sistema de comunicación de fluido puede incluir además miembros de soporte para soportar las tuberías flexibles. Un controlador está funcionalmente acoplado al bastidor de enfriamiento para controlar el funcionamiento del bastidor de enfriamiento. Componentes del sistema de enfriamiento pueden comprender un intercambiador de calor dispuesto dentro del alojamiento del bastidor de enfriamiento, estando el bastidor de enfriamiento configurado para impulsar aire caliente sobre el intercambiador de calor para enfriar el aire caliente bajo la dirección del controlador. Una válvula de control puede estar acoplada funcionalmente al controlador para controlar el flujo de refrigerante hacia el al menos un bastidor de enfriamiento. Además, un monitor puede estar acoplado funcionalmente al controlador para medir condiciones ambientales del volumen de espacio. La disposición es tal que el controlador está configurado para controlar el funcionamiento de los componentes del sistema de enfriamiento basándose en las condiciones ambientales del volumen de espacio. En una realización, el controlador puede estar dispuesto dentro del al menos un bastidor de enfriamiento. El al menos un bastidor de enfriamiento puede consistir en una pluralidad de bastidores de enfriamiento. La caja de distribución puede estar configurada para suministrar refrigerante enfriado a la pluralidad de bastidores de enfriamiento y para recibir refrigerante calentado desde la pluralidad de bastidores de enfriamiento, con el controlador para controlar el funcionamiento de la pluralidad de bastidores de enfriamiento y la caja de distribución. En otra realización, el controlador es un controlador principal dispuesto en uno de la pluralidad de bastidores de enfriamiento. Todavía en otra realización, el controlador está funcionalmente acoplado al por lo menos un bastidor de enfriamiento, en la que el controlador está configurado para determinar la capacidad de enfriamiento del al menos un bastidor de enfriamiento. El alojamiento del menos un bastidor de enfriamiento puede incluir ruedas auto-orientables, acopladas al alojamiento, para hacer rodar el alojamiento a lo largo de una superficie generalmente horizontal.

Un cuarto aspecto de la invención está dirigido a un método de enfriar un bastidor de equipo electrónico destinado a soportar al menos una pieza de equipo electrónico, comprendiendo el bastidor de equipo un alojamiento que tiene una parte delantera, una parte trasera, dos laterales, una parte inferior y una parte superior, teniendo el alojamiento del bastidor de equipo una anchura estándar de la industria. El método comprende situar un bastidor de enfriamiento en la proximidad del bastidor de equipo, comprendiendo el bastidor de enfriamiento un alojamiento que tiene una parte delantera, una parte trasera, dos laterales, una parte inferior y una parte superior, soportando el alojamiento del bastidor de enfriamiento componentes de un sistema de enfriamiento y teniendo una anchura aproximada de la mitad de la anchura del bastidor de equipo. El bastidor de enfriamiento está construido y dispuesto para estar situado cerca del bastidor de equipo de tal manera que un lado del bastidor de enfriamiento esté adyacente a un lado del bastidor de equipo y que las partes delanteras y las partes traseras del bastidor de equipo y del bastidor de

enfriamiento se sitúen esencialmente a lo largo de los mismos planos. El método comprende además asegurar una cámara impelente trasera a las pares traseras del bastidor de equipo y del bastidor de enfriamiento y que suministre refrigerante al bastidor de enfriamiento. Las cámaras impelentes delantera y trasera están adaptadas para aislar aire dentro del bastidor de equipo de manera que el bastidor de enfriamiento enfría el aire.

- 5 Realizaciones del método pueden incluir asegurar una cámara impelente delantera a las partes delanteras del bastidor de equipo y del bastidor de enfriamiento. El método puede comprender además controlar el flujo de refrigerante suministrado al bastidor de enfriamiento y/o vigilar la temperatura del aire dentro del bastidor de equipo.

10 Un quinto aspecto de la invención puede estar dirigido a un sistema para enfriar un centro de datos que tenga una volumen de espacio diseñado para alojar una pluralidad de bastidores de equipos electrónicos, estando cada bastidor de equipo dispuesto en una fila y teniendo un alojamiento adaptado a soportar el menos una pieza de equipo electrónico. El sistema comprende una pluralidad de bastidores de enfriamiento, comprendiendo cada bastidor de enfriamiento un alojamiento y componentes del sistema de enfriamiento soportados por el alojamiento. El sistema comprende además un sistema de comunicación de fluido acoplado a los componentes del sistema de enfriamiento de la pluralidad de bastidores. El sistema de comunicación de fluido está configurado para proporcionar refrigerante enfriado a, y expulsar refrigerante calentado desde, componentes del sistema de enfriamiento de cada bastidor de enfriamiento. El sistema comprende también al menos un controlador acoplado a cada bastidor de enfriamiento de la pluralidad de bastidores de enfriamiento para controlar el funcionamiento de cada bastidor de enfriamiento. La pluralidad de bastidores de enfriamiento y el sistema de comunicación de fluido están configurados para ser modulares para permitir la colocación de bastidores de enfriamiento en diferentes lugares en una fila de bastidores de equipos dentro del volumen de espacio del centro de datos.

15 Realizaciones del sistema puede incluir además una caja de distribución destinada a suministrar refrigerante enfriado a, y para recibir refrigerante calentado desde, cada uno de la pluralidad de bastidores de enfriamiento, comprendiendo el sistema de comunicación de fluido tuberías flexibles. Las tuberías flexibles pueden incluir, para cada uno de la pluralidad de bastidores de enfriamiento, al menos un tramo de tubería flexible que tenga un primer elemento de acoplamiento destinado a acoplarse con el bastidor de enfriamiento y un segundo elemento de acoplamiento destinado a acoplarse con la caja de distribución. El sistema de comunicación de fluido comprende además miembros de soporte para soportar las tuberías flexibles. Los componentes del sistema de enfriamiento pueden comprender un intercambiador de calor dispuesto dentro del alojamiento de cada uno de la pluralidad de bastidores de enfriamiento, estando cada uno de la pluralidad de bastidores de enfriamiento configurado para impulsar aire caliente sobre el intercambiador de calor para enfriar el aire caliente. En una realización, el sistema comprende además una válvula de control acoplada funcionalmente al controlador para controlar el flujo de refrigerante hacia el al menos un bastidor de enfriamiento. El sistema puede comprender además un monitor acoplado funcionalmente al controlador para medir condiciones ambientales del volumen de espacio. El controlador puede estar configurado para determinar la capacidad de enfriamiento de cada bastidor de enfriamiento y presentar visualmente la capacidad en el monitor. El controlador puede estar dispuesto dentro de uno de la pluralidad de bastidores de enfriamiento, en que el controlador es un controlador principal dispuesto en uno de la pluralidad de bastidores de enfriamiento. El alojamiento de cada uno de la pluralidad de bastidores de enfriamiento incluye ruedas auto-orientables, acopladas al alojamiento, para hacer rodar el alojamiento a lo largo de una superficie generalmente horizontal.

20 Un sexto aspecto de la invención está dirigido a un conjunto de piezas de montaje (kit) para enfriar un centro de datos que tiene un volumen de espacio diseñado para alojar una pluralidad de bastidores de equipos electrónicos, estando cada bastidor de equipo adaptado para soportar al menos una pieza de equipo electrónico. El conjunto de piezas de montaje comprende al menos un bastidor de enfriamiento que incluye un alojamiento y un sistema de enfriamiento que comprende un intercambiador de calor situado en el alojamiento del al menos un bastidor de enfriamiento. El conjunto de piezas de montaje comprende además un sistema de comunicación de fluido que comprende tuberías flexibles para conectarse al intercambiador de calor del al menos un bastidor de enfriamiento.

25 Realizaciones del conjunto de piezas de montaje puede comprender además al menos una caja de distribución destinada a distribuir refrigerante a tuberías flexibles, en el que las tuberías flexibles incluyen al menos un tramo de tubería flexible que tiene un primer elemento de acoplamiento destinado a acoplarse con el al menos un bastidor de enfriamiento y un segundo elemento de acoplamiento destinado a acoplarse con la caja de distribución. El conjunto de piezas de montaje puede comprender también un controlador para controlar el flujo de refrigerante desde la al menos una caja de distribución hacia el al menos un bastidor de enfriamiento y una válvula de control acoplada funcionalmente al controlador para controlar el flujo de refrigerante. El conjunto de piezas de montaje puede incluir también un monitor funcionalmente acoplado al controlador para medir condiciones ambientales del volumen de espacio. Se puede usar al menos un miembro de soporte para soportar las tuberías flexibles dentro del centro de datos. El alojamiento del al menos un bastidor de enfriamiento puede incluir ruedas auto-orientables, acopladas al alojamiento, para hacer rodar el alojamiento a lo largo de una superficie generalmente horizontal. En una realización, el al menos un bastidor de enfriamiento tiene una anchura de aproximadamente la mitad de la anchura del bastidor de equipo. Puede estar previsto al menos un ventilador y estar configurado para impulsar aire caliente sobre el intercambiador de calor para enfriar el aire caliente.

Un séptimo aspecto de la invención está dirigido a un método que comprende: diseñar un sistema de enfriamiento para un centro de datos; seleccionar componentes del sistema de enfriamiento que incluyan un bastidor de enfriamiento, tuberías flexibles y un acoplamiento para conectar las tuberías flexibles al bastidor de enfriamiento; y empaquetar los componentes del sistema de enfriamiento.

5 Realizaciones del método pueden comprender enviar los componentes empaquetados del sistema de enfriamiento y/o instalar el sistema de enfriamiento. En una realización, el paso de seleccionar componentes del sistema de enfriamiento incluye además seleccionar una caja de distribución destinada a distribuir refrigerante, seleccionar un controlador para controlar el flujo de refrigerante desde la caja de distribución hacia el al menos un bastidor de enfriamiento y/o seleccionar un miembro de soporte utilizado para soportar las tuberías flexibles dentro del centro de datos.

10 Un octavo aspecto de la invención está dirigido a un sistema de comunicación de fluido para proporcionar refrigerante a, y evacuar refrigerante desde, una unidad de enfriamiento. El sistema de comunicación de fluido comprende tuberías flexibles y una pluralidad de miembros de soporte. Cada miembro de soporte está configurado para ser asegurado a una estructura de soporte y para ser asegurado de manera liberable a la tubería flexible. Cada miembro de soporte comprende una primera parte y una segunda parte conjugada, estando las partes primera y segunda configuradas para asegurarse una a otra con la tubería flexible dispuesta entre ellas.

15 Realizaciones del sistema de comunicación de fluido incluyen configurar cada miembro de soporte para asegurar dos tramos de tubería flexible. Cada una de las partes primera y segunda de cada miembro de soporte puede tener dos pestañas, estando las pestañas de la primera parte destinadas a acoplarse con, y asegurar, la primera parte a las pestañas de la segunda parte. Cada pestaña de cada una de las partes primera y segunda de cada miembro de soporte puede tener un saliente de anti-rotación y un receptáculo de saliente. La disposición es tal que el saliente de una pestaña está adaptado para ser recibido dentro del receptáculo de saliente de una parte conjugada. Cada miembro de soporte puede estar adaptado para ser asegurado de manera liberable a otro miembro de soporte. Cada una de las partes primera y segunda puede tener una superficie y un elemento de interconexión dispuesto en la superficie. La disposición es tal que el elemento de interconexión de la primera parte se inserta de manera liberable en un elemento de interconexión conjugado de la segunda parte para sujetar un miembro de soporte a otra miembro de soporte. El elemento de interconexión puede estar configurado como un receptáculo en cola de milano y cada miembro de soporte puede estar configurado para ser asegurado a una barra de soporte. El sistema de comunicación de fluido puede comprender además una caja de distribución destinada a suministrar refrigerante enfriado a, y recibir refrigerante calentado desde, la tubería flexible. La tubería flexible puede comprender una capa interior de polietileno, una capa central de aluminio y una capa exterior de polietileno. Se puede aplicar una capa de aislante sobre la tubería flexible.

20 Un noveno aspecto de la invención está dirigido a un método de instalar un sistema de comunicación de fluido de un sistema de enfriamiento del tipo que comprende una unidad de enfriamiento y una fuente adaptada para proporcionar refrigerante frío a la unidad de enfriamiento. El método comprende proporcionar un sistema de comunicación de fluido que comprende un tramo de tubería flexible que tiene dos extremos opuestos, y una pluralidad de miembros de soporte para soportar la tubería flexible; conectar un extremo del tramo de tubería flexible a la fuente; conectar el otro extremo del tramo de tubería flexible a la unidad de enfriamiento; conectar de manera liberable la pluralidad de miembros de soporte al tramo de tubería flexible; y unir los miembros de soporte a una estructura.

25 Realizaciones del método pueden incluir además aplicar una capa aislante sobre el tramo de tubería flexible. En una realización, el paso de conectar de manera liberable la pluralidad de miembro de soporte al tramo de tubería flexible comprende, para cada miembro de soporte, asegurar primera y segunda partes conjugadas del miembro de soporte sobre la tubería flexible. El paso de asegurar las partes conjugadas primera y segunda del miembro de soporte sobre la tubería flexible puede comprender además sujetar las partes primera y segunda conjuntamente con al menos un cierre relámpago o de cremallera, o puede comprender atornillar las partes conjuntamente con al menos un sujetador de tornillo. En otra realización, el sistema de comunicación de fluido puede comprender un tramo de tubería flexible que tenga dos extremos opuestos y un tramo continuo suficiente para conectar la unidad de enfriamiento a la fuente.

30 **BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS**

No está previsto que los dibujos que se acompañan estén dibujados a escala. En los dibujos, cada componente idéntico o casi idéntico que está ilustrado en las diversas figuras está representado por el mismo número. Por razones de claridad, no está señalado cada componente en cada dibujo. En los dibujos:

35 La figura 1 es una vista en perspectiva de una porción de un centro de datos que incorpora un sistema de enfriamiento de una realización de la presente invención;

La figura 1A es una vista en perspectiva de un bastidor de equipo;

La figura 1B es una vista en perspectiva de una caja de distribución de una realización de la presente invención;

La figura 1C es una vista en perspectiva de un bastidor de enfriamiento de una realización de la presente invención;

La figura 2 es una representación esquemática de un sistema de enfriamiento del centro de datos;

La figura 3 es una vista en alzado lateral del bastidor de enfriamiento con una parte significativa de un panel lateral retirada para mostrar el interior del bastidor de enfriamiento;

5 La figura 4 es una representación esquemática del bastidor de enfriamiento;

La figura 5 es un diagrama de flujo de parámetros ambientales que son vigilados por el sistema de enfriamiento para determinar la capacidad de enfriamiento;

La figura 6 es una vista delantera de una unidad de presentación visual del bastidor de enfriamiento;

10 La figura 7 es una vista en perspectiva, en despiece ordenado, de un conjunto de presentación que incorpora la unidad de presentación mostrada en la figura 6;

La figura 8 es una vista en perspectiva de dos miembros de soporte de una realización de la invención, estando el miembro de soporte asegurado a un miembro estructural del centro de datos y soportando una tubería flexible;

La figura 9 es una vista en perspectiva de uno de los miembros de soporte mostrados en la figura 8;

15 La figura 10 es una vista en perspectiva de un miembro de soporte que está asegurado de manera liberable a otro miembro de soporte;

La figura 11 es una vista frontal en alzado de los miembros de soporte mostrados en la figura 10, estando los miembros de soporte asegurados uno a otro de manera liberable;

La figura 12 es una vista en perspectiva de una abrazadera de una realización de la presente invención;

La figura 13 es una vista en perspectiva de otra abrazadera de una realización de la presente invención;

20 La figura 14 es una vista en perspectiva de un sistema de enfriamiento de otra realización de la invención; y

La figura 15 es una vista en perspectiva, en despiece ordenado, del sistema de enfriamiento mostrado en la figura 10.

### DESCRIPCION DETALLADA

25 Esta invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de componentes expuestos en la siguiente descripción e ilustrados en los dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones y de ser puesta en práctica o ser realizada de varios modos. Asimismo, la fraseología y terminología usadas en esta memoria tienen la finalidad de descripción y no se han de interpretar como limitativas. El uso de las expresiones "que incluye", "que comprende", "que tiene", "que contiene", "que implica" y variaciones de ellas en esta descripción, significan que pueden abarcar los apartados enumerados en lo que sigue y equivalentes de los mismos, así como apartados adicionales.

30 Al menos una realización de la presente invención está dirigida a un sistema modular de enfriamiento que se puede configurar selectivamente para enfriar equipo electrónico alojado dentro de recintos o bastidores de equipo de un centro de datos. Según se utiliza en esta memoria, "recintos" y "bastidores" se usan para describir aparatos diseñados para soportar equipo electrónico. Un tal sistema de enfriamiento es capaz de emplear uno o más bastidores de enfriamiento sobre una base necesaria para proporcionar enfriamiento localizado dentro del centro de datos. Concretamente, se pueden intercalar múltiples bastidores de enfriamiento en una fila de bastidores de equipo para enfriar más eficazmente el centro de datos. La trayectoria de circulación de aire caliente generado por el equipo electrónico se reduce considerablemente, eliminando con ello prácticamente la mezcla de aire caliente y frío dentro del centro de datos.

40 Los centros de datos son normalmente grandes salas diseñadas, en ciertos casos, para alojar cientos de bastidores de equipo electrónico en filas dentro del centro de datos. Las filas de bastidores de equipo están dispuestas de tal manera que hay pasillos de frío y pasillos de calor. Los pasillos de frío proporcionan acceso a las partes delanteras de los recintos donde se accede normalmente al equipo electrónico. Los pasillos de calor proporcionan acceso a las partes traseras de los bastidores de equipo. Al cambiar los requisitos, se puede aumentar o disminuir el número de bastidores de equipo, dependiendo de los requisitos funcionales del centro de datos. Al menos una realización de la presente invención es modular y escalable, y puede tener la forma de un conjunto de piezas de montaje diseñado para cumplir estas necesidades cambiantes. Así mismo, aunque se describen centros de datos relativamente grandes como un uso pretendido para tal sistema de enfriamiento, como se ha mencionado anteriormente, el sistema de la presente invención es escalable y puede ser utilizado en salas pequeñas a una escala menor.

50 En una realización, el sistema de enfriamiento puede comprender una pluralidad de bastidores de enfriamiento, teniendo cada bastidor de enfriamiento un alojamiento adaptado para soportar componentes del sistema de

enfriamiento. Por ejemplo, los componentes del sistema de enfriamiento pueden incluir un intercambiador de calor acoplado a una caja de distribución para suministrar refrigerante al intercambiador de calor y para devolver refrigerante calentado desde el intercambiador de calor. Pueden estar previstos ventiladores para mover aire a través del intercambiador de calor. El bastidor de enfriamiento puede estar dispuesto dentro de una fila de bastidores de equipo y configurado para admitir el aire caliente dentro del centro de datos desde un pasillo de calor, por ejemplo, para enfriar el aire hasta una temperatura ligeramente inferior a la del ambiente. Esta configuración elimina la ineficacia de mezclar aire caliente con el aire a la temperatura ambiente para obtener una mezcla caliente. Esta configuración también disminuye el enfriamiento latente proporcionado por el sistema de acondicionamiento de aire del centro de datos, disminuyendo con ello la necesidad de humidificación.

En ciertas realizaciones, el bastidor de enfriamiento puede ser de la mitad de la anchura de un equipo estándar de tamaño nineteen inch, por ejemplo de 30,48 cm de anchura, y puede ser modular de modo que el bastidor de enfriamiento pueda ser insertado en una fila de bastidores de equipo en una cuestión de minutos por los empleados del centro de datos que no tengan entrenamiento o especialización particular en calentamiento y enfriamiento. Los componentes del bastidor de enfriamiento y de todo el sistema de enfriamiento pueden ser proporcionados en forma de conjunto de piezas de montaje (kit) para que la persona que instale el sistema de enfriamiento no requiera herramientas especializadas. La naturaleza modular del sistema de enfriamiento permite al usuario hacer óptima la colocación de cada bastidor de enfriamiento, ya que cada bastidor de enfriamiento incluye la posibilidad de detectar y presentar visualmente la capacidad del sistema, el caudal, las temperaturas de entrada y salida de refrigerante y aire y las diferencias de presiones. De ese modo, el sistema de enfriamiento puede ser utilizado y reorganizado para la máxima eficacia y uso dentro del centro de datos.

Pasando ahora a los dibujos, y más particularmente a la figura 1, se muestra en ella una porción de un centro de datos típico, indicado en general con 10. Como se muestra, el centro de datos 10 incluye una sala definida por un suelo 12, paredes, cada una indicada con 14, y un techo 16. El centro de datos 10 está diseñado para alojar una pluralidad de bastidores de equipo, cada uno indicado en general con 18. En una realización, cada bastidor de equipo 18 puede estar construido de acuerdo con las enseñanzas descritas en la Solicitud de Patente U. S. No. 10/990.927, titulada CONJUNTO DE PIEZAS DE MONTAJE DE RECINTO DE EQUIPO Y METODO DE ENSAMBLE, presentada el 17 de noviembre de 2004, que es propiedad del cesionario de la presente invención y que se incorpora a esta memoria como referencia. Además, aunque no se muestra concretamente en la figura 1, el cableado entre los bastidores de equipo 18 puede ser realizado usando bandejas de distribución de cables contenidas en los techos de los bastidores como se describe en la Patente U. S. No. 6.967.283, que se incorpora como referencia y está cedida al cesionario de la presente invención.

Concretamente, y con referencia a la figura 1A, el bastidor de equipo 18 incluye un armazón o alojamiento adaptado para soportar componentes electrónicos, tales como equipo de tratamiento de datos, de trabajos en red y de comunicaciones. El alojamiento incluye una parte delantera 22, una parte trasera 24, lados 26, 28, parte inferior 30 y parte superior 32. La parte delantera 22 de cada bastidor de equipo 18 incluye una puerta delantera 34 para permitir el acceso al interior del bastidor de equipo. Puede estar prevista una cerradura 36 para impedir el acceso al interior del bastidor de equipo 18 y al equipo alojado en el bastidor. Los lados o laterales 26, 28 del bastidor de equipo 18 pueden incluir al menos un panel 38 configurado para cubrir un lado para encerrar la región interior del bastidor. Aunque no se ilustra en la figura 1, la parte trasera 24 del bastidor de equipo 18 puede incluir también al menos un panel o una puerta trasera para proporcionar acceso al interior del bastidor de equipo desde la parte trasera del bastidor. En ciertas realizaciones, los paneles lateral y trasero, así como la puerta delantera y la puerta trasera, pueden ser fabricados de chapa metálica perforada, por ejemplo, para permitir que circule el aire entrando en y saliendo de la región interior del bastidor de equipo. De otro modo, los paneles pueden estar fabricados de material no perforado.

Los bastidores de equipo 18 son de construcción modular y están configurados para ser hechos rodar hacia o desde su posición, por ejemplo, dentro de una fila del centro de datos. A la parte inferior de cada bastidor de equipo están aseguradas ruedas auto-orientables 40 para permitir que el bastidor ruede a lo largo del suelo del centro de datos. Una vez colocado, se pueden desplegar patas de nivelación 42 para asentar de manera segura el bastidor de equipo 18 en posición en el suelo dentro de la fila. En la Solicitud de Patente U. S. No. 10/990.927 se describe con detalle un ejemplo de ruedas auto-orientables 40 y patas de nivelación 42 empleadas en un tal bastidor de equipo 18.

Una vez en posición, se puede colocar equipo electrónico en la zona interior del bastidor de equipo 18. Por ejemplo, el equipo puede colocarse en estantes asegurados dentro de la región interior del bastidor de equipo 18. Aunque no se ilustra en la figura 1, se pueden disponer cables, que proporcionen comunicación eléctrica y de datos, a través de la parte superior del bastidor de equipo 18, ya sea través de una cubierta (o "techo", como se describe en la Patente U.S. No. 6.967.283) en la parte superior 32 del bastidor de equipo, que tenga aberturas formadas en ella o a través de una parte superior abierta del bastidor de equipo. En esta realización, los cables pueden ser enhebrados a lo largo del techo del bastidor o ser dispuestos en la anteriormente citada bandeja de distribución de cables. En otra realización, los cables pueden disponerse dentro de un suelo realzado y ser conectados al equipo electrónico a través de la parte inferior del bastidor de equipo 18. Con ambas disposiciones se proporcionan líneas de potencia y comunicación a los bastidores de equipo 18.



Como se ha explicado anteriormente, y con referencia continuada a la figura 1, los centros de datos 10 están normalmente configurados con filas de bastidores de equipo dispuestos de tal manera que el aire frío es impulsado hacia los bastidores desde un pasillo de frío C y el aire caliente o calentado es expulsado desde los bastidores hacia un pasillo de calor H. Por razones de ilustración solamente, los bastidores de equipo 18 están dispuestos en la figura 1 en dos filas, estando dispuestas las partes delanteras 22 de los bastidores de equipo de la próxima fila en una dirección hacia delante, como se ve en la figura 1, y estando dispuestas las partes traseras 24 de los bastidores de equipo de la fila alejada en una dirección hacia atrás, según se ve en la figura 1. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, en un centro de datos típico hay múltiples filas de bastidores de equipo 18, en el que las filas pueden estar dispuestas con las partes delanteras de los bastidores de equipo enfrentándose entre sí para definir el pasillo de frío y con las partes traseras de los bastidores de equipo enfrentándose entre sí para definir el pasillo de calor.

Con el fin de enfrentarse a la acumulación de calor y a los puntos calientes dentro del centro de datos 10, y para enfrentarse a los resultados de control del ambiente dentro del centro de datos en general, se proporciona, en una realización, un sistema de enfriamiento modular. Como se muestra en la figura 1, el sistema de enfriamiento comprende una pluralidad de bastidores de enfriamiento, cada uno señalado en general con 50, dispuestos dentro del centro de datos 10. Como se muestra, la disposición es tal que hay un bastidor de enfriamiento 50 por cada dos bastidores de equipo 18 dispuestos en el centro de datos 10. Sin embargo, se ha de entender que una persona con conocimientos ordinarios en la técnica, dado el beneficio o ventaja de esta descripción, puede proporcionar más o menos bastidores de enfriamiento 50 dentro del centro de datos 10, dependiendo de las condiciones ambientales del centro de datos. Además, en algunas realizaciones, la concentración y situaciones de bastidores de enfriamiento se pueden ajustar basándose en las situaciones de los bastidores más calientes en el centro de datos, o basándose en información obtenida y analizada por un sistema de gestión de información del centro de datos.

El centro de datos 10 tiene preferiblemente una entrada 52 del medio refrigerante y una salida 54 del medio refrigerante adaptadas para suministrar y devolver un medio refrigerante (por ejemplo, agua, una solución de glicol o un líquido refrigerante tal como los refrigerantes R134A y R410A) procedente de una fuente apropiada, tal como una unidad enfriadora, que se explicará con más detalle en lo que sigue. Concretamente, la entrada 52 del medio refrigerante está destinada a suministrar refrigerante enfriado al centro de datos 10, mientras que la salida 54 del medio refrigerante está destinada a expulsar refrigerante calentado desde el centro de datos. La entrada 52 y la salida 54 están en comunicación de fluido con un distribuidor o caja de distribución indicada en general con 56. Con referencia a la figura 1B, la caja de distribución 56 incluye un recinto 58 situado en el centro de datos 10. La configuración de la entrada 52 y de la salida 54 del medio refrigerante y de la caja de distribución 56 se describirá a continuación con referencia a la figura 2. Como se muestra, el recinto 58 puede estar construido de manera similar al bastidor de equipo 18. La caja de distribución 56 está diseñada para distribuir refrigerante enfriado a, y para recibir refrigerante calentado desde, cada bastidor de enfriamiento 50. En ciertas realizaciones, la caja de distribución 56 puede estar convenientemente situada dentro del centro de datos 10, y, en otras realizaciones, puede estar situada al exterior del centro de datos. Con el fin de facilitar su posicionamiento, el recinto 58 de la caja de distribución 56 puede estar provisto de ruedas auto-orientables 60 y de patas de nivelación 62, de manera similar a las ruedas auto-orientables 40 y las patas de nivelación 42 del bastidor de equipo 18. La figura 1 ilustra la caja de distribución 56 situada cerca de los bastidores de equipo 18 y de los bastidores de enfriamiento 50 del centro de datos 10.

Se ha de observar que la caja de distribución puede estar, en ciertas realizaciones, fijada dentro del centro de datos 10. Por ejemplo, la caja de distribución puede estar sujeta a una pared 14 u otra superficie (por ejemplo, el techo 16) dentro o fuera del centro de datos 10. La existencia de una caja de distribución 56 hace posible que el sistema de enfriamiento de la presente invención se adapte mejor a salas de diversas formas y tamaños, así como a salas que tengan necesidades de enfriamiento variables. Además, se ha de observar que se pueden disponer más de una caja de distribución 56 en grandes salas de datos para acomodar muchos bastidores de enfriamiento, por ejemplo, o en circunstancias que requieran excesivo enfriamiento.

La caja de distribución 56 está conectada a una pluralidad de tubos o tuberías flexibles, cada uno señalado con 64, estando dos tubos flexibles 64 previstos por cada bastidor de enfriamiento 50. La tubería flexible 64 puede ser flexionada o manipulada de otro modo para adaptarla a la estructura de la sala 10 del centro de datos. Normalmente, la tubería flexible 64 debe ser suficiente flexible para adaptarse a las paredes 14 y al techo 16 del centro de datos 10. Como se muestra, elementos de acoplamiento apropiados, cada uno indicado con 66, conectan los extremos de las tuberías flexibles 64 a la caja de distribución 56 y a su respectivo bastidor de enfriamiento 50. Cada tubo flexible 64 tiene extremos terminales ondulados que se usan para conectar cada tubo a la caja de distribución 56 y al bastidor de enfriamiento 50 de la manera bien conocida, asegurando en posición los elementos de acoplamiento 66 los extremos terminales del tubo flexible. En una realización, los elementos de acoplamiento pueden ser del tipo vendido por Wirsbo Company, de Apple Valley, Minnesota. Los conectores y los elementos de acoplamiento están conectados a la caja de distribución 56 por medio de conectores NPT de una pulgada (2,54 cm), y se conectan a la tubería flexible 64 por medio de una conexión de aplastamiento o plegado. Se puede requerir una herramienta especial para efectuar esta conexión.

Como se ha mencionado anteriormente, la tubería flexible 64 puede ser cortada previamente en una longitud particular basándose en la disposición de diseño de la sala del centro de datos. Por lo demás, la tubería flexible 64 puede ser cortada in situ a una longitud particular. Se proporcionan además miembros de soporte, tales como miembros de soporte 68, así como abrazaderas, tales como abrazaderas 70 de 90° y abrazaderas 72 de 45°, para

asegurar la tubería flexible 64. Como se muestra, los miembros de soporte 68 están configurados para soportar la tubería flexible desde el techo y las abrazaderas 70 de 90° y las abrazaderas 72 de 45° (no mostradas en la figuras 1, pero ilustradas en la figuras 13) se pueden usar para conectar las tuberías flexible 64 a la pared del centro de datos 10, o a cualquier otra estructura apropiada. Los miembros de soporte 68 están diseñados para conectar la tubería flexible 64 de entrada y salida para cada bastidor de enfriamiento 50 entre sí para crear una apariencia uniforme y agradable. Los miembros de soporte 68 se pueden utilizar también en secciones grandes, rectas, de tuberías flexibles 64 a lo largo del techo.

Como se muestra en la figura 2, la caja de distribución 56 está en comunicación de fluido con un intercambiador de calor 74, por lo demás conocido como una unidad enfriadora en la técnica. En una realización, el intercambiador de calor 74 está dispuesto al exterior del centro de datos 10. Concretamente, una tubería 76 (que corresponde a la salida 54 de la figura 1) en comunicación de fluido con la salida 54 del medio refrigerante, mostrada en la figura 1, está dispuesta para suministrar fluido calentado a una bomba 78, que suministra, a su vez, el fluido calentado al intercambiador de calor 74. Una válvula 80 está dispuesta entre la tubería 76 y la bomba 78. El refrigerante calentado es enfriado en el intercambiador de calor 74 y el refrigerante enfriado es devuelto a la caja de distribución 56 por medio de la bomba 78 a través de la tubería 82 (que corresponde a la entrada 52 en la figura 1), a través de otra válvula 84. Las válvulas 80, 84 están dispuestas en tuberías 76, 82 para controlar el flujo de fluido entre la caja de distribución 56 y el intercambiador de calor 74. En una realización, el intercambiador de calor 74 está destinado a proporcionar agua enfriada (por ejemplo, agua a aproximadamente 7,22°C) en contacto térmico con el refrigerante proporcionado al sistema de enfriamiento.

La caja de distribución 56 puede estar diseñada para proporcionar refrigerante a, y recibir refrigerante desde, cualquier número de bastidores de enfriamiento 50. Por ejemplo, la figura 2 ilustra la caja de distribución 56 distribuyendo refrigerante a doce bastidores de enfriamiento 50. Como se muestra, un sistema de comunicación de fluido puede estar previsto para conectar cada entrada y salida respectivas dispuestas en la caja de distribución 56 a su respectivo bastidor de enfriamiento 50. La caja de distribución 56 incluye una válvula de control 86 para controlar y vigilar el flujo de refrigerante enfriado a un bastidor de enfriamiento particular 50. Análogamente, la caja de distribución incluye otra válvula de control 88 para controlar y vigilar el flujo de refrigerante calentado desde un bastidor de enfriamiento 50. Concretamente, por cada bastidor de enfriamiento, están previstas válvulas de control 86, 88 para controlar independientemente el suministro de refrigerante enfriado a, y recibir refrigerante calentado desde, el bastidor de enfriamiento. Esta configuración puede emplear la realización práctica de múltiples válvulas de control para conseguir la funcionalidad descrita anteriormente.

Como se muestra, hay dos tubos flexibles 64 por cada bastidor de enfriamiento, uno para suministrar refrigerante enfriado a su respectivo bastidor de enfriamiento y uno para expulsar refrigerante calentado de su respectivo bastidor de enfriamiento. En una realización, el sistema de comunicación de fluido del sistema de enfriamiento comprende tuberías flexibles 64 que pueden estar, como se ha descrito anteriormente, dispuestas en longitudes tramos predeterminados. La tubería flexible puede ser del tipo fabricado a partir de un polímero apropiado, o de otro material flexible similar. En una realización, la tubería flexible puede ser adquirida de Wirsbo Company de Apple Valley, Minnesota, bajo la pieza no. D1251000. En una cierta realización, la tubería flexible puede tener un diámetro aproximado de 25,4 mm (una pulgada), y comprende una capa interna de polietileno, una capa central de aluminio y una capa externa de polietileno. En otra realización, se puede disponer una capa aislante sobre la tubería flexible 64. La capa aislante puede ser fabricada a partir de un material apropiado diseñado para aislar y proteger la tubería flexible, tal como espuma de EPDM que tiene un espesor de 12,7 mm (media pulgada). En una realización, la tubería flexible puede ser insertada en el anillo de la capa aislante.

Un controlador 90 puede ser empleado para controlar el funcionamiento del sistema de enfriamiento y, concretamente, en ciertas realizaciones, el funcionamiento de los bastidores de enfriamiento y/o de la caja de distribución 56. Con respecto a la caja de distribución 56, el controlador puede estar o no configurado para controlar su funcionamiento. Cuando no hay comunicación con el controlador, la caja de distribución opera bajo la dirección de los bastidores de enfriamiento. En una realización, el controlador 90 puede ser una unidad dedicada al sistema de enfriamiento. En otra realización, el controlador 90 puede estar previsto como parte de un sistema integrado de control y vigilancia del centro de datos. Todavía en otra realización, cada bastidor de enfriamiento 50 puede ser independientemente operable por un controlador 90a dispuesto en el bastidor de enfriamiento que esté en comunicación con controladores 90a de los otros bastidores de enfriamiento. Con esta realización particular, es decir, estando cada bastidor de enfriamiento configurado para ser independientemente operable por el controlador 90a, cada controlador 90a puede incorporar un microprocesador Philips XA de 16 bits. No obstante la configuración particular, el controlador está diseñado para controlar el funcionamiento independiente de los bastidores de enfriamiento 50 dentro del centro de datos 10. De ese modo, la referencia aquí a "controlador" o "unidad consoladora" puede estar dirigida al controlador 90 y/o a la unidad controladora 90a.

Por ejemplo, el controlador puede estar configurado para identificar el fallo o la incapacidad de un bastidor de enfriamiento particular situado dentro del centro de datos para enfriar el aire, y para aumentar la capacidad de enfriamiento de un bastidor de enfriamiento o los bastidores de enfriamiento situados cerca del bastidor de enfriamiento que ha fallado. En otra realización, un bastidor de enfriamiento puede operar como la unidad principal o maestra y los otros bastidores de enfriamiento operar como unidades subordinadas que operen bajo el control de la unidad principal. En esta realización, el bastidor de enfriamiento principal puede ser manejado por el operador del

centro de datos para controlar la totalidad del sistema de enfriamiento. Por ejemplo, el controlador puede estar configurado para recibir información de los bastidores de equipo de manera que se determine la cantidad de potencia que está siendo absorbida por cada bastidor de equipo. Con este conocimiento, el controlador puede estar configurado para aumentar la capacidad de enfriamiento de ciertos bastidores de enfriamiento dentro del sistema de enfriamiento basándose en la energía absorbida por los bastidores de equipo.

Continuando con la referencia a la figura 1, y referencia adicional a la figura 1C, cada bastidor de enfriamiento 50 comprende un alojamiento 92 que puede estar construido de manera similar al alojamiento 20 del bastidor de equipo 18. Como el bastidor de equipo 18 y la caja de distribución 56, el alojamiento 92 es una estructura rectangular que tiene una parte delantera 94, una parte trasera 96, dos lados 98, 100, una parte inferior 102 y una parte superior 104 definidas por un armazón construido de miembros de soporte verticales y horizontales. Como se explicará con más detalle en lo que sigue, el bastidor de enfriamiento 50 está configurado para acomodar equipo de enfriamiento y puede ser convenientemente desarmado y desensamblado para transporte o almacenamiento con la ayuda de herramientas manuales solamente.

Como se muestra en la figura 1, en una realización, el alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50 tiene una anchura que es aproximadamente la mitad de la anchura del bastidor de equipo 18. Como se ha indicado anteriormente, el típico bastidor nineteen inch tiene una anchura de aproximadamente 60,96 cm. De ese modo, la anchura del alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50 es de aproximadamente 30,48 cm. Este tamaño hace posible que la persona que proyecta el centro de datos 10 sitúe un bastidor de enfriamiento 50 o múltiples bastidores de enfriamiento 50 entre los bastidores de equipo 18 mientras es posible mantener una separación equivalente entre varias filas. La menor anchura también ocupa menos espacio y, junto con la naturaleza modular y movable del bastidor de enfriamiento, hace posible que el bastidor de enfriamiento sea convenientemente colocado entre dos bastidores de equipo de una manera fácilmente escalable.

Haciendo referencia a la figura 1C, la parte delantera 94 del alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50 incluye un panel delantero 106 apropiadamente asegurado al armazón. El panel delantero 106 hace posible que un operador del centro de datos 10 acceda a la zona interior del bastidor de enfriamiento 50. El bastidor de enfriamiento 50 puede incluir paneles laterales 100 que se pueden unir al armazón del alojamiento 92 para cubrir los lados 98, 100 del bastidor de enfriamiento. Sin embargo, puesto que el bastidor de enfriamiento 50 está normalmente situado entre dos bastidores de equipo 18, no se requiere la inclusión de paneles laterales 108. Análogamente, el alojamiento 92 puede incluir además un panel trasero (no mostrado) para cubrir la parte trasera 96 del bastidor de enfriamiento 50. En una realización, los paneles delantero, laterales y trasero pueden ser apropiadamente asegurados, por ejemplo, por medio de sujetadores de tornillos apropiados, al armazón del bastidor de enfriamiento 50. En otra realización se pueden utilizar para sujetar los paneles al armazón sujetadores que pueden ser manipulados a mano, por ejemplo, tornillos de mariposa o sujetadores de un cuarto de vuelta. Como se muestra en la figura 3, el alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50 crea un espacio dentro de la zona interior del bastidor de enfriamiento para permitir que sean alojados dentro del bastidor de enfriamiento componentes del sistema de enfriamiento. En ciertas realizaciones, el panel delantero 106 puede incorporar una puerta unida mediante bisagras al armazón del alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50. Los componentes y la configuración de un tal sistema de enfriamiento se describirán con más detalle a medida que progrese la descripción del sistema de enfriamiento.

El bastidor de enfriamiento 50 es de construcción modular y está configurado para ser hecho rodar hacia y desde su posición, por ejemplo dentro de una fila del centro de datos 10 entre dos bastidores de equipo 18. A la parte inferior del alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50 están aseguradas ruedas auto-orientables 110 para hacer posible que el bastidor de enfriamiento ruede a lo largo del suelo a su posición dentro de la fila. Una vez situado, se pueden desplegar patas de nivelación 112 para asentar de manera segura en el suelo el bastidor de enfriamiento 50. Como con el bastidor de equipo 18 y la caja de distribución 56, las ruedas auto-orientables 110 y las patas de nivelación 112, y su unión al alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento, se describen con detalle en la Solicitud de Patente U.S. No. 10/990.927. En otra realización, el alojamiento del bastidor de enfriamiento puede estar formado con un perno de ojal para hacer posible que una grúa o algún otro aparato de elevación levante y coloque el bastidor de enfriamiento dentro del centro de datos.

En una realización, la disposición es tal que las partes delanteras 22, 92 de los bastidores de equipo y de enfriamiento 18, 50 están adyacentes al pasillo de frío y las partes traseras 24, 96 de los bastidores están adyacentes al pasillo de calor. La naturaleza modular y movable del bastidor de enfriamiento 50 lo hace particularmente efectivo en lugares de enfriamiento dentro del centro de datos 10 que requieren control de ambiente, por ejemplo junto a un pasillo de calor. Esta configuración hace posible que el bastidor de enfriamiento 50 sea utilizado como un bloque de edificación para control de enfriamiento y ambientación del centro de datos 10, ya que el operador del centro de datos añade y suprime bastidores de enfriamiento 50 según sea necesario. De ese modo, el bastidor de enfriamiento 50 permite un nivel superior de escalabilidad que los sistemas y métodos de enfriamiento anteriores. Además, un bastidor de enfriamiento operable puede ser fácil y rápidamente dispuesto para sustituir un bastidor de enfriamiento averiado.

Como se muestra, la parte delantera del alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50 tiene numerosos ventiladores de velocidad variable (por ejemplo, ocho), cada uno indicado con 114, que están destinados a impulsar aire filtrado desde la parte trasera 96 del bastidor de enfriamiento a la parte delantera 94 del bastidor de enfriamiento

50, como se muestra mediante la flecha A. En una realización, los ventiladores 114 pueden ser ensamblados y conectados mediante cables dentro del alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50 de tal manera que un ventilador es retirado retirando sólo cuatro tornillos y haciendo deslizar el ventilador fuera de un receptáculo (no mostrado) formado en el alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50. La energía eléctrica proporcionada a cada ventilador 114 puede ser conectada y desconectada por medio de un conector apropiado, tal como un conector macho. La disposición es tal que los ventiladores 114 son “conmutables por calor” sobre la base de sus requisitos de bajo voltaje, así como su fácil retirada del receptáculo y conector macho. Además, el controlador 90 puede estar configurado para vigilar el funcionamiento de cada ventilador 114 de manera que predice el fallo de un ventilador basándose en variaciones de absorción de energía del ventilador.

Además, hay previsto un intercambiador de calor 116 dentro del alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50. El intercambiador de calor 116 puede incluir al menos un serpentín que tiene aletas, y está situado formando un ángulo dentro del bastidor de enfriamiento 50. Concretamente, el intercambiador de calor 116 está situado en general perpendicularmente con respecto a la dirección del flujo de aire a través del alojamiento 92 del bastidor de enfriamiento 50 (paralelamente a la flecha A), estando el intercambiador de calor 116 situado según un pequeño ángulo con respecto a un plano vertical teórico que es paralelo a la parte delantera 94 y a la parte trasera 96 del alojamiento 92 para aumentar el área superficial del intercambiador de calor de manera que aloje un mayor volumen de aire caliente. La disposición es tal que el aire caliente es impulsado a través de la parte trasera del bastidor de enfriamiento 50 y es hecho pasar a través del intercambiador de calor 116 para reducir la temperatura del aire caliente. Como se ha mencionado anteriormente, el bastidor de enfriamiento 50 puede estar situado de manera que la parte trasera del bastidor de enfriamiento esté adyacente al pasillo de calor. De ese modo, el aire impulsado a través de la parte trasera del bastidor de enfriamiento está relativamente más caliente que el aire ambiental dentro del centro de datos 10. Los ventiladores 114 soplan el aire frío del intercambiador de calor 116 desde los ventiladores hacia la parte delantera 94 del bastidor de enfriamiento 50. En una realización, el bastidor de enfriamiento puede proporcionar hasta 30 kW de enfriamiento.

Como se muestra en las figuras 3 y 4, el refrigerante enfriado es proporcionado al intercambiador de calor 116 por la tubería 118, y el refrigerante calentado es expulsado del intercambiador de calor por la tubería 120. Como se muestra, las tuberías 118, 120 están conectadas a las tuberías flexibles 64 por medio del elemento de acoplamiento 66 situado cerca de la parte superior del alojamiento 92. La tubería flexible 64 se conecta por medio del elemento de acoplamiento 66 de la manera descrita anteriormente a la caja de distribución 56. El refrigerante enfriado que entra en el bastidor de enfriamiento 50 fluye a través de una válvula de dos vías 124 y un caudalímetro 126, que están dispuestos para controlar el suministro de refrigerante enfriado al bastidor de enfriamiento 50. La válvula de dos vías 124 y el caudalímetro 126 se pueden denominar en esta memoria conjuntamente como una válvula de control. En una realización, dependiendo de la configuración del controlador y del sistema gestor de la red, el caudalímetro 126 está funcionalmente acoplado al controlador 90a para medir el flujo de refrigerante a través de las tuberías flexible 64. El bastidor de enfriamiento de realizaciones de la presente invención utiliza el caudalímetro 126 con el fin de proporcionar el caudal del refrigerante al controlador 90a.

En una realización, el caudalímetro 126 hace posible que el controlador 90a calcule la capacidad del funcionamiento del bastidor de enfriamiento 50 basándose en información obtenida por el controlador. Una vez a través del caudalímetro 126, el refrigerante enfriado fluye hacia un serpentín superior 116A y un serpentín inferior 116B del intercambiador de calor 116. El refrigerante enfriado es calentado por el aire caliente impulsado a través del intercambiador de calor 116 por los ventiladores 114. El cálculo de la capacidad del bastidor de enfriamiento se explicará con referencia a la figura 5 a medida que progresa la descripción del sistema.

Una vez calentado, el refrigerante es suministrado desde el intercambiador de calor 116 para una alimentación en retorno por la tubería 118 a una válvula de mezcla 128 de tres vías. Como se muestra mejor en la figura 4, una parte del refrigerante enfriado puede ser suministrada desde la tubería 118 a la válvula de mezcla 128 de tres vías, por medio de una válvula de cierre 130 de bola, de derivación, de un cuarto de vuelta, de dos vías. Como se muestra, la válvula de cierre 130 de bola puede estar unida a una rama de derivación 132 de la válvula de mezcla 128 de tres vías, de manera que cerrando la válvula de cierre 130 de bola, el efecto es proporcionar control de dos vías a la válvula de tres vías para aplicaciones en las que se desee control de dos vías. En una realización, el refrigerante enfriado que entra en el bastidor de enfriamiento 50 está aproximadamente a 7,22°C. El refrigerante calentado que sale del bastidor de enfriamiento 50 está a unos 12,78°C.

Haciendo la válvula de tres vías convertible en una válvula de dos vías, esta configuración permite que un bastidor de enfriamiento 50 se sitúe a cualquier distancia de la caja de distribución 56 sin riesgo de asuntos relacionados con problemas de equilibrio de cargas. Por ejemplo, si un primer bastidor de enfriamiento está situado aproximadamente a tres metros de la caja de distribución y un segundo bastidor de enfriamiento está situado aproximadamente a treinta y seis metros de la caja de distribución, el primer bastidor de enfriamiento recibiría la mayor parte del refrigerante que está siendo distribuido por la caja de distribución, ya que hay menos caída de presión del refrigerante suministrado al primer bastidor de enfriamiento que del refrigerante suministrado al segundo bastidor de enfriamiento. Cuando la válvula de tres vías está en el modo de tres vías, el primer bastidor de enfriamiento enviará el refrigerante que necesite a través del circuito principal y el resto de refrigerante circulará a través del circuito de derivación. El segundo bastidor de enfriamiento puede obtener sólo aproximadamente 80% del refrigerante requerido, mientras que el primer bastidor de enfriamiento está derivando la mayor parte del refrigerante.

Convirtiendo la válvula de tres vías al modo de dos vías, el primer bastidor de enfriamiento sólo absorberá el refrigerante que requiera, con lo que se asegura que el resto del refrigerante fluya a la segunda unidad, o a otras unidades distantes.

5 Como se muestra, se puede disponer una cubeta de condensado 134 en la parte inferior del bastidor de enfriamiento  
 10 50 para recoger la condensación procedente de los serpentines superior e inferior 116A, 116B del intercambiador de  
 calor 116. Una bomba 136 puede estar dispuesta para bombear la condensación desde la cubeta 134. Aunque no se  
 muestra, el bastidor de enfriamiento 50 utiliza un par de conmutadores de flotación en la cubeta de condensado 134  
 para establecer un régimen de producción de condensado. Dado que el cambio de volumen es constante desde la  
 15 activación de un conmutador de nivel inferior a un conmutador de nivel superior, y usando el tiempo variable entre  
 estos dos sucesos, se puede establecer un régimen de producción de condensado. La capacidad de enfriamiento es  
 determinada basándose en dos factores: (1) el cambio de temperatura del aire (capacidad sensible), y (2) el cambio  
 de humedad del aire (capacidad latente). El condensado es una medida de cuánto vapor de agua es retirado del  
 aire, por lo que conociendo el régimen de producción de condensado se puede establecer la capacidad latente de la  
 unidad. Adicionalmente, los conmutadores flotantes pueden facilitar el control de la bomba 136, iniciando el  
 20 conmutador de nivel superior el funcionamiento de la bomba de condensado y terminando el conmutador de nivel  
 inferior el funcionamiento de la bomba de condensado. En una realización, con la excepción de la bomba de  
 condensado 136, la totalidad del bastidor de enfriamiento 50 utiliza componentes de corriente continua.

Aunque el alojamiento del bastidor de enfriamiento se ilustra en los dibujos como de la mitad de la anchura de un  
 20 bastidor de equipo, el bastidor de enfriamiento puede ser formado de cualquier tamaño deseado. La existencia de un  
 bastidor de enfriamiento que tenga la mitad de la anchura estándar de la industria mejora la escalabilidad del  
 bastidor de enfriamiento. Sin embargo, se contempla, por ejemplo, formar el alojamiento de manera que tenga la  
 misma anchura que el alojamiento del bastidor de equipo. En una tal realización, el bastidor de enfriamiento puede  
 estar configurado con componentes del sistema de enfriamiento, lo que mejora la capacidad de enfriamiento del  
 bastidor de enfriamiento. Esta configuración puede ser deseable para puntos calientes dentro del centro de datos.

25 Pasando ahora a la figura 5, el controlador 90 (incluyendo unidades de controlador 90a) está adaptado para  
 controlar el funcionamiento del sistema de enfriamiento basándose en parámetros ambientales obtenidos por el  
 controlador. En una realización, el controlador 90 puede incorporar sólo unidades 90a controladoras dispuestas en  
 los bastidores de enfriamiento 50 que comunican unas con otras sobre un Bus de red de área del controlador (CAN).  
 30 En otras realizaciones, se puede disponer un controlador maestro para controlar el funcionamiento de las unidades  
 controladoras 90a. Como se muestra en la figura 1, cada bastidor de enfriamiento 50 está provisto de un conjunto de  
 presentación 138 funcionalmente acoplado al controlador 90a. El conjunto de presentación 138 está adaptado para  
 presentar visualmente las condiciones ambientales de la sala de datos, tales como, sin limitación a ellas, la  
 temperatura y la humedad del centro de datos en el bastidor de enfriamiento, la temperatura del aire que entra en y  
 que sale del bastidor de enfriamiento, y la capacidad de enfriamiento del bastidor de enfriamiento. Se pueden  
 35 disponer monitores y/o medidores apropiados para obtener tal información. Alternativamente, o en adición, a la  
 realización precedente, las condiciones ambientales pueden ser presentadas en una unidad provista de un sistema  
 integrado de control y vigilancia del centro de datos.

Como se muestra en la figura 5, los cambios en las condiciones ambientales, tales como la temperatura del centro  
 40 de datos 10, dan lugar a cambios de entradas de temperatura del refrigerante que circula hacia y desde cada  
 bastidor de enfriamiento 50. Además, las entradas proporcionadas al controlador 90a (y/o el controlador 90) incluyen  
 el caudal del refrigerante que entra en el bastidor de enfriamiento 50 a través del caudalímetro 126, así como los  
 valores conocidos del refrigerante (por ejemplo, agua). Sobre la base de la temperatura del refrigerante y el caudal  
 del refrigerante, se puede determinar la transferencia total de calor, que es calculada multiplicando el caudal por la  
 45 densidad del refrigerante, por el calor específico del refrigerante y por la diferencia entre las temperaturas de salida y  
 entrada del refrigerante. Este cálculo de la transferencia de calor es determinado por el controlador 90a de manera  
 que puede ser calculada la cantidad de refrigerante suministrada al bastidor de enfriamiento 50 a través del  
 caudalímetro 126 del bastidor de enfriamiento. El controlador 90a puede estar además configurado para permitir por  
 la entrada de usuario calcular la capacidad de carga de cada bastidor de enfriamiento 50 en tiempo real. El valor  
 50 obtenido se puede comparar con la máxima capacidad de enfriamiento posible para determinar la capacidad de  
 enfriamiento de reserva del sistema de enfriamiento.

Por ejemplo, la capacidad total de enfriamiento aproximada de un bastidor de enfriamiento 50 puede ser  
 determinada por la siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad total aproximada de enfriamiento} = \text{constante} \times \text{caudal} \times (T_{out} - T_{in}) \quad (1)$$

55 Con la ecuación 1, el caudal es identificado en galones por minuto (un galón = 3,785 litros) y la constante es 501.  
 Basándose en este resultado, la capacidad neta total de enfriamiento en BTU por hora puede ser determinada por la  
 siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad neta total de enfriamiento} = \text{capacidad total aproximada de enfriamiento} - \text{calor del ventilador} \quad (2)$$

Se puede llegar también a la ecuación 2 añadiendo la capacidad sensible de enfriamiento a la capacidad latente de enfriamiento.

Como se muestra en las figura 6 y 7, el conjunto de presentación 138 incluye una unidad de presentación 140 que tiene una pantalla de cristal líquido, por ejemplo para presentar las condiciones ambientales, tales como la temperatura y la humedad del centro de datos, la temperatura del aire que entra en y que sale de cada bastidor de enfriamiento, la temperatura del refrigerante que entra en y que sale de cada bastidor de enfriamiento, y el caudal del refrigerante que entra en dicho bastidor de enfriamiento. Una pluralidad de botones de control y de indicadores de estado están además previstos en la unidad de presentación 140 para permitir al operador manipular el funcionamiento del sistema de enfriamiento. Como se muestra en la figura 7, el conjunto de presentación 138 puede estar asegurado dentro de una abertura formada en la panel delantero 106 del bastidor de enfriamiento por medio de una junta de obturación 142 y una ménsula de montaje 144 en la que pueden estar dispuestos sujetadores de tornillo para asegurar el conjunto de presentación 138 al panel delantero 106 dentro de la abertura.

Pasando ahora a la figura 8, como se ha explicado anteriormente, pueden estar previstos numerosos miembros de soporte, cada uno indicado en general con 68, para asegurar la tubería flexible 64 desde el techo. En ciertas realizaciones, la tubería flexible 64 abandona la caja de distribución 56 y es dirigida al techo 16 del centro de datos. Una vez en el techo 16, la tubería flexible 64 vuelve en una dirección generalmente horizontal a lo largo del techo hacia su respectivo bastidor de enfriamiento 50. Una vez que está por encima del bastidor de enfriamiento 50, la tubería flexible 64 desciende hacia el bastidor de enfriamiento 50 en el que la tubería flexible 64 está suspendida entre el bastidor de enfriamiento 50 y el techo. Los miembros de soporte 68 y las abrazaderas 70, 72 de la presente invención están diseñados para soportar y guiar la tubería flexible 64 y dirigir las flexiones de la tubería. Como se muestra mejor en la figura 8, los miembros de soporte están diseñados para suspender la tubería flexible 64. Los miembros de soporte 68 pueden ser utilizados además para asegurar la tubería flexible 64 durante secciones rectas, relativamente largas, de la tubería flexible. En una realización, los miembros de soporte 68 y las abrazaderas 70, 72 pueden ser moldeados de material polímero y estar formados en dos partes para abrazar alrededor de la tubería flexible 64 (incluyendo la capa aislante, cuando existe). En otras realizaciones, los miembros de soporte 68 y las abrazaderas 70, 72 pueden estar fabricados de cualquier metal o aleación apropiados.

La figura 8 ilustra el miembro de soporte 68 que se utiliza principalmente para colgar o suspender la tubería flexible 64 del techo u otra estructura de soporte, tal como de una viga 180 en I o de alguna otra estructura, hacia su respectivo bastidor de enfriamiento 50. Como se muestra, el miembro de soporte 68 está diseñado para sujetar ambos tubos flexibles 64 previstos para un bastidor de enfriamiento 50 próximos uno a otro de manera que los tubos flexibles 64 estén alineados con el elemento de acoplamiento 66 previsto para conectar la tubería flexible 64 al bastidor de enfriamiento 50. Una ventaja de la configuración del miembro de soporte 68, y las abrazaderas 70, 72, es que pueden ser ensamblados sin necesidad de herramientas.

Haciendo referencia a la figura 9, el miembro de soporte 68 incluye dos partes 68a, 68b configuradas para sujetar ambos tubos flexibles 64 (figura 8) en relación de lado a lado. Cada parte 68a, 68b incluye una parte de pared 182 que está formada para ajustar sobre dos tramos de tubería flexible 64 (y la capa de aislamiento, si existe) que están situados en relación de lado con lado. Están previstas pestañas o bridas 184, 186 en extremos opuestos de la parte de pared 182. Como se muestra, la pestaña 186 incluye un saliente 188 que es recibido en un receptáculo 190 formado en la otra pestaña. La disposición es tal que cuando se aplican las dos partes del miembro de soporte sobre las tuberías flexibles, los salientes 188 son recibidos en los receptáculos 190 para mantener el miembro de soporte 68 en una posición sujeta sobre la tubería flexible 64. Las paredes 182 de las partes 68a, 68b están dimensionadas de manera que la tubería flexible ajusta holgadamente dentro de las partes, con lo que se evita la ondulación o deformación de la tubería flexible y/o de la capa de aislamiento, cuando existe. Una vez situados sobre la tubería flexible 64, en una realización, se pueden emplear ataduras relámpago 192 para asegurar las partes sobre tubería flexible. En otras realizaciones, se pueden usar sujetadores de tornillo 194 de la manera mostrada en la figura 9.

Como se muestra en las figuras 10 y 11, los miembros de soporte 68 pueden estar dispuestos en relación apilada para asegurar más de dos tubos flexibles (no mostrados) entre sí. La disposición es tal que las partes 68a, 68b de cada miembro de soporte 68 están formadas con elementos de interconexión 196, 198 que están adaptados para ser asegurados de manera liberable a otro miembro de soporte. Cada una de las partes 68a, 68b tiene dos elementos de interconexión 196, 198 dispuestos en la pared 182 de la parte de la manera mostrada en la figura 9. La disposición es tal que el elemento de interconexión 196 de una parte 68b se inserta de manera liberable en su elemento de interconexión conjugado 198 de la otra parte 68a para unir un miembro de soporte 68 a otro miembro de soporte 68. En una realización, los elementos de interconexión 196, 198 pueden estar configurados como uno de una unión de cola de milano y un receptáculo de cola de milano. Cada miembro de soporte 68 puede estar configurado además para ser asegurado a una barra de soporte 200, que está apropiadamente asegurada a una estructura de soporte, tal como una viga 180 en I. La barra de soporte 200 impide también que los miembros de soporte 68 deslicen uno con respecto a otro cuando están configurados en la disposición apilada señalada anteriormente y como se muestra en los dibujos.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 8, los miembros de soporte 68 están soportados por barras de soporte 200 para conducir tubería flexibles 64 a sus respectivos bastidores de enfriamiento. Los miembros de soporte 68 están configurados con una abertura central 202 (figura 9) dimensionada para recibir la barra roscada 200 a través de ella.

Un par de sujetadores de tuerca, cada uno indicado con 204, están dispuestos en la parte inferior de la barra roscada 200 para soportar los miembros de soporte 68. Aunque la figura 8 ilustra cada barra de soporte 200 con dos miembros de soporte 68, se ha de entender que las barras de soporte pueden sujetar más o menos miembros de soporte, dependiendo de los requisitos del centro de datos y/o de las limitaciones de carga sobre cada barra de soporte. Como se muestra, cada barra de soporte tiene, en su extremo superior, un mecanismo de abrazadera 206 que está formado para ser asegurado a la viga 180 en I o a alguna otra estructura. El mecanismo de abrazadera 206 está configurado para aplicarse sobre un ala de la viga 180 en I.

Las figuras 12 y 13 ilustran abrazaderas 70, 72, respectivamente, utilizadas para asegurar la tubería flexible 64 dentro de centro de datos. La figura 12 ilustra la abrazadera 70 de 90° a la que se ha hecho referencia anteriormente. Como con las abrazaderas 68, la abrazadera 70 incluye dos partes 70A, 70B diseñadas para acoplarse una con otra para sujetar la tubería flexible 64 entre las dos partes. Están previstas múltiples aberturas (no designadas) para recibir ataduras relámpago o sujetadores de tornillo de mariposa (no mostrados) para asegurar la abrazadera 70 a la pared 14, por ejemplo. Un par de sujetadores manuales 146 pueden estar dispuestos además para asegurar las dos partes 70A, 70B entre sí antes de unir la abrazadera 70 a la pared o a otra estructura apropiada. La abrazadera 70 se usa cuando se curva la tubería flexible 64 en direcciones que son de aproximadamente 90°. Análogamente, la abrazadera 72 (véase la figura 13) puede estar prevista cuando se curva la tubería flexible 64 en direcciones que sean de aproximadamente 45°. Como se muestra en la figura 13, la abrazadera 72 está también formada de dos partes 72A, 72B. Excepto en que el ángulo en que se curva la tubería flexible 64, la abrazadera 72 de 45° es de construcción idéntica a la abrazadera de 90°. Por supuesto, la abrazadera puede ser diseñada para curvas la tubería flexible 64 en cualquier radio de giro, tal como 15° y 30°.

La tubería flexible 64, el miembro de soporte 68 y las abrazaderas 70, 72 se pueden utilizar en combinación con una bandeja o canaleta de cables (no mostrada) dispuesta entre bastidores de equipo adyacentes 18 y bastidores de enfriamiento 50. Concretamente, el puente de bandeja de cables es un componente metálico conformado que no requiere unión física a un bastidor de enfriamiento 50. En una realización, la tubería flexible puede estar dispuesta dentro de la bandeja de cables y las abrazaderas pueden estar adaptadas para asegurar la tubería flexible a la bandeja de cables. Además, se pueden disponer cables de energía y de comunicaciones también en la bandeja de cables. La disposición es tal que la bandeja de cables actúa como un puente sobre el bastidor de enfriamiento 50 y se conecta a los dos bastidores de equipo adyacentes, permitiendo que el bastidor de enfriamiento 50 sea hecho deslizar dentro y fuera de la fila y movido a otro lugar del centro de datos 10.

Haciendo referencia de nuevo a las figuras 1 y 2, en funcionamiento es impulsado aire caliente filtrado a cada bastidor de enfriamiento 50. En este punto, se mide la temperatura del aire. A continuación, el aire caliente circula a través del intercambiador de calor 116, el cual absorbe calor del aire, enfriando por lo tanto el aire. En este punto, se toma de nuevo la temperatura. Los ventiladores 114 bombean el aire enfriado a través de la parte delantera 94 del bastidor de enfriamiento 50. Los ventiladores 114 pueden ser controlados individualmente para manipular el flujo de aire a través del bastidor de enfriamiento. Se mide la diferencia de presiones a través del bastidor de enfriamiento 50 con el fin de impedir la presurización de una cámara impelente trasera, cuando se utilizan cámaras impelentes delantera y trasera, lo que se explicará en lo que sigue. Simultáneamente, el refrigerante (por ejemplo, agua) entra en cada bastidor de enfriamiento 50 y se mide la temperatura del refrigerante. El refrigerante entra por la válvula de dos vías 24, la cual regula y, en algunos casos, es redirigido a la válvula de bola 130 de cierre. El refrigerante que no es desviado circula a través del intercambiador de calor 116 y absorbe calor del aire caliente a través del intercambiador de calor. El refrigerante entra a continuación en la válvula de tres vías 128 y puede desplazarse a través de otro caudalímetro (no mostrado) para medir el flujo de refrigerante que sale del bastidor de enfriamiento 50. En este punto, se toma la temperatura del refrigerante. Los datos del aire, refrigerante y caudal se usan para calcular el rendimiento y la capacidad del bastidor de enfriamiento 50.

Pasando ahora a las figuras 14 y 15, en ellas está indicado en general con 150 un sistema de enfriamiento de otra realización de la invención. Como se ha descrito anteriormente, cada bastidor de equipo 18 es capaz de generar una cantidad enorme de calor. Algunas veces es deseable disponer un bastidor de enfriamiento 50 que esté dedicado a enfriar un bastidor de equipo particular 18. El sistema de enfriamiento 150 está diseñado para enfriar un único bastidor de enfriamiento de la manera que se describe a continuación.

El sistema de enfriamiento 150 incluye cámaras impelentes delantera y trasera, cada una de ellas indicada en general con 152, 154, respectivamente. Como se muestra, las cámaras impelentes 152, 154 están adaptadas para ser unidas a las partes delanteras 22, 94 y a las partes traseras 24, 96 de los bastidores de equipo y de enfriamiento 18, 50, respectivamente. La disposición es tal que el bastidor de equipo 18 y el bastidor de enfriamiento 50 están dispuestos en relación de lado con lado después de retirar las puertas delantera y trasera del bastidor de equipo y los paneles (o puertas) delantero y trasero del bastidor de enfriamiento. Cada cámara impelente 152, 154 incluye un armazón 156, 158, respectivamente, y una pluralidad de piezas insertas transparentes, cada una indicada con 160. Cada pieza inserta 160 está dimensionada para ajustar dentro de una abertura respectiva del armazón 156 ó 158. La cámara impelente delantera 152 incluye puertas delanteras 162, 164 para los bastidores de equipo y de enfriamiento 18, 50, siendo las puertas delanteras de construcción casi idéntica a la puerta delantera 34 del bastidor de equipo 18 y del panel delantero 106 del bastidor de enfriamiento 50. Análogamente, la cámara impelente trasera 154 incluye puertas o paneles traseros 166, 168.

La disposición es tal que las cámaras impelentes 152, 154 capturan aire dentro del bastidor de equipo 18 y del bastidor de enfriamiento 50 para crear un ambiente aislado entre el bastidor de equipo y el bastidor de enfriamiento de manera que el aire calentado circula directamente desde la parte trasera del bastidor de equipo a la parte trasera del bastidor de enfriamiento a través de la cámara impelente trasera 154. El aire calentado es a continuación impulsado por los ventiladores 114 del bastidor de enfriamiento 50 sobre el intercambiador de calor 116 para enfriar el aire hasta una temperatura deseada. Los ventiladores 114 dirigen entonces el aire enfriado hacia la cámara impelente delantera 152 a la parte delantera 22 del bastidor de equipo 18. Este aire enfriado es entonces impulsado a través del equipo electrónico alojado dentro del bastidor de equipo 18 para enfriar el equipo electrónico. Como se muestra en la figura 15, los armazones 156, 158 de las cámaras impelentes 152, 154 se extienden entre los bastidores de equipo y de enfriamiento 18, 50 para que las piezas insertas 160 puedan ser colocadas selectivamente dentro de aberturas dispuestas en los armazones. Además, las piezas insertas 160 dispuestas en el exterior de las cámaras impelentes 152, 154 pueden ser retiradas selectivamente para introducir aire desde el centro de datos 10 dentro del bastidor de equipo 18 y/o el bastidor de enfriamiento 50. Además, las piezas insertas u otros dispositivos de flujo de aire pueden ser incluidos en las puertas delantera y trasera de los armazones de las cámaras impelentes.

De ese modo, las cámaras impelentes 152, 154 proporcionan un sistema modular diseñado para trabajar en combinación con un bastidor de equipo (tal como el bastidor 18) y un bastidor de enfriamiento (tal como el bastidor de enfriamiento 50) para proporcionar máximas posibilidad de predicción, capacidad y eficacia de enfriamiento. Añadiendo la cámara impelente trasera 154, el aire expulsado por el equipo electrónico es forzado a pasar a través del bastidor de enfriamiento. Esta configuración asegura que el aire caliente expulsado por el bastidor de equipo es enfriado antes de ser dirigido hacia la pared delantera del bastidor de equipo. Así mismo, añadiendo la cámara impelente delantera 152, el aire es más contenido y se amortigua el ruido generado por los bastidores de equipo y de enfriamiento. Adicionalmente, el flujo de aire dentro del bastidor de equipo y del bastidor de enfriamiento, cuando se emplean cámaras impelentes delantera y trasera, puede ser equilibrado para impedir la presurización y la despresurización ya sea de la cámara impelente o el bastidor de equipo o el bastidor de enfriamiento.

El sistema de enfriamiento de realizaciones de la presente invención es modular y escalable, de manera que una persona que diseñe el sistema de enfriamiento para el centro de datos 10 puede seleccionar los componentes individuales. Concretamente, dependiendo del equipo electrónico desplegado dentro del centro de datos 10 y de las condiciones óptimas de funcionamiento requeridas para el equipo, la persona puede diseñar un sistema de enfriamiento que sea optimizado y adaptado al centro de datos particular. La persona selecciona componentes para el sistema de enfriamiento, incluyendo, pero sin limitación: una o más cajas de distribución 56 adaptadas para distribuir refrigerante; uno o más bastidores de enfriamiento 50; tuberías flexibles 64 para conectar la caja (o cajas) de distribución a los bastidores de enfriamiento; una pluralidad de miembros de soporte 68 y abrazaderas 70, 72 para soportar y asegurar de otro modo las tuberías flexibles; un controlador 90 (incluyendo unidades controladoras 90a provistas con cada bastidor de enfriamiento 50) para controlar el flujo de refrigerante desde la caja de distribución a los bastidores de enfriamiento; y una válvula de control (por ejemplo, válvula 124 de dos vías y caudalímetro 126) para controlar el flujo de refrigerante. Cuando se seleccionan los componentes se pueden calcular las longitudes de la tubería flexible, los diámetros de tubería, que pueden variar desde el diámetro de 2,54 cm a que se ha hecho referencia anteriormente, y el número y tipos de abrazaderas. En una realización preferida, se puede determinar la situación de los bastidores de enfriamiento 50 y de la caja de distribución 56 en la sala usando una herramienta de diseño con ayuda de un ordenador. Se hace referencia a la Solicitud de Patente U.S. No. 11/120.137, titulada "METODOS Y SISTEMAS PARA GESTIONAR POTENCIA Y ENFRIAMIENTO DE INSTALACIÓN", presentada el 7 de abril de 2005, y la Solicitud de Patente Provisional U.S. No. 60/719.356, titulada "METODOS Y SISTEMAS PARA GESTIONAR POTENCIA Y ENFRIAMIENTO DE INSTALACIÓN", presentada el 22 de septiembre de 2005, que están cedidas al cesionario de la presente solicitud y se incorporan aquí como referencia. Estas solicitudes describen generalmente sistemas y métodos para diseñar centros de datos y para gestionar el equipo contenido en el centro de datos.

Una vez diseñado el sistema de enfriamiento para el centro de datos 10, y han sido seleccionados los componentes del sistema de enfriamiento, los componentes del sistema de enfriamiento pueden ser ensamblados o instalados de otro modo dentro del centro de datos 10. Concretamente, la caja de distribución 56 se conecta a una fuente de enfriamiento, tal como un enfriador 74. Los bastidores de enfriamiento 50 son posicionados selectivamente dentro del centro de datos 10 entre bastidores de equipo 18 o en cualquier otro lugar apropiado. La tubería flexible 64 está prevista para conectar la caja de distribución 56 a los bastidores de enfriamiento 50, con la ayuda de elementos de acoplamiento 66, miembros de soporte 68 y abrazaderas 70, 72. Los bastidores de enfriamiento 50 y la caja de distribución 56 se conectan apropiadamente a una fuente de potencia (no mostrada) y al controlador 90 para completar la instalación.

Los bastidores de enfriamiento pueden ser del tipo descrito anteriormente. Como se ha explicado, la tubería flexible 64 puede ser previamente cortada antes del envío, o puede ser cortada a su longitud en este punto. Alternativamente, la tubería flexible 64 puede ser cortada previamente a una longitud aproximada previéndose algo de longitud adicional en la tubería flexible para posibles variaciones que ocurran inesperadamente. Una vez que la caja de distribución 56 y los bastidores de enfriamiento 50 están en su lugar, el instalador puede suspender la tubería flexible 64 en posición superior con los miembros de soporte 68. En este punto, los extremos terminales de los tubos flexibles 64 se conectan mediante elementos de acoplamiento apropiados 66. La caja de distribución 56 y



los bastidores de enfriamiento 50 se acoplan también con un suministro eléctrico apropiado y al controlador 90 y/o a las unidades controladoras 90a.

Como se ha indicado anteriormente, en una realización, el controlador 90 puede ser una unidad separadamente dedicada que controle el funcionamiento de la caja de distribución 56 y los bastidores de enfriamiento 50. En otra realización, el controlador 90 puede estar dispuesto en uno de los bastidores de enfriamiento en lugar de en una de las unidades controladoras 90a, teniendo el bastidor de enfriamiento 50 el controlador funcionando como el bastidor de enfriamiento principal mientras los otros bastidores de enfriamiento funcionan como bastidores de enfriamiento subordinados. Todavía en otra realización, el funcionamiento del sistema de enfriamiento puede ser operado bajo el control de un sistema integrado de control y vigilancia del centro de datos, teniendo cada bastidor de enfriamiento una unidad controladora 90a que comunica con los otros bastidores de enfriamiento sobre la red. En una realización, el controlador 90 puede comunicar con un sistema de control del centro de datos para proporcionar el estado de los componentes del sistema de enfriamiento y para recibir órdenes de control para el sistema de control del centro de datos. En una realización, cada bastidor de enfriamiento incluye un controlador que comunica con el controlador del centro de datos sobre una red, tal como una red de Bus CAN, y, en una realización, el controlador del centro de datos puede ser ejecutado en la práctica usando el sistema integrado de control y vigilancia del centro de datos, tal como el gestor de centro de datos InfraStruXure™, vendido por American Power Conversion Corporation de West Kingston, Rhode Island, el cesionario de la presente invención. A pesar de la configuración particular, el controlador 90 está adaptado para controlar el flujo de refrigerante desde la caja de distribución 56 a los bastidores de enfriamiento 50. Después de la instalación, el sistema de enfriamiento puede ser probado para fines de calidad. Una vez probado con éxito, se puede disponer material de aislamiento (no mostrado) sobre la tubería flexible 64. En una realización, la tubería flexible 64 puede ser insertada en el aislamiento. En otra realización, el aislamiento puede ser hendido y aplicado sobre la tubería flexible.

En ciertas realizaciones, el sistema de enfriamiento de la presente invención puede adoptar la forma de un conjunto de piezas de montaje (kit) para enfriar un centro de datos. Dependiendo del volumen de espacio del centro de datos, los componentes del conjunto de piezas de montaje son escalables para cumplir los requisitos de enfriamiento del centro de datos. En una realización, el conjunto de piezas de montaje comprende un número predeterminado de bastidores de enfriamiento adaptados a intercalarse dentro de filas de bastidores de equipo del centro de datos. Los bastidores de enfriamiento pueden incorporar el bastidor de enfriamiento 50 descrito anteriormente. El conjunto de piezas de montaje puede incluir además tuberías flexibles que tengan tramos para conectar cada bastidor de enfriamiento a la caja de distribución, y abrazaderas utilizadas para soportar y asegurar de otro modo los tubos flexibles a estructuras del centro de datos. En una realización, el conjunto de piezas de montaje incluye al menos un bastidor de enfriamiento por cada dos bastidores de equipo electrónicos alojados en el centro de datos. El conjunto de piezas de montaje puede incluir además una o más cajas de distribución, dependiendo de los requisitos de enfriamiento.

Un beneficio más del sistema de enfriamiento de realizaciones de la presente invención es que, durante la planificación del diseño original, las tuberías flexibles pueden ser proyectadas para requisitos actuales y futuros, incluso si no se instalan los requisitos futuros para el equipo de enfriamiento. Por ejemplo, el plan futuro puede estar basado en un peor caso (es decir, máximo) de requisito de enfriamiento. La caja de distribución y alguna tubería flexible superior, miembros de soporte y abrazaderas pueden ser hechos en el diseño futuro, incluso si no se instalan bastidores de enfriamiento en ese momento particular. En un tal sistema, se hace provisión para llenar estas tuberías con agua y eliminar todo el aire de las tuberías sin cerrar la caja de distribución, la cual está ya suministrando con refrigerante a los bastidores de enfriamiento existentes. De ese modo, se pueden añadir bastidores de enfriamiento adicionales en el futuro sin detener el sistema de enfriamiento.

Por tanto, se ha de observar que el sistema de enfriamiento de la presente invención está particularmente configurado para realización escalable y modular dentro de un centro de datos. El sistema de enfriamiento puede ser previsto en forma de conjunto de piezas de montaje que puede ser instalado por personal que no tenga preparación particular en la instalación de sistemas de enfriamiento y no utilice herramientas especializadas. Una ventaja del sistema de enfriamiento es que los bastidores de enfriamiento pueden ser móviles dentro del centro de datos, o a otro centro de datos, cuando cambian las condiciones o necesidades dentro del centro de datos.

Además, puesto que el bastidor de enfriamiento del sistema de enfriamiento puede ser proporcionado como un producto en filas, el bastidor de enfriamiento puede ser colocado para admitir el aire más caliente en el centro de datos y para enfriarlo ligeramente por debajo de la temperatura ambiente. Esta característica de diseño elimina la ineficacia de mezclar aire caliente con aire a la temperatura de la sala para obtener una mezcla caliente. El diseño también disminuye significativamente el enfriamiento latente proporcionado por el acondicionador de aire, eliminando con ello potencialmente la necesidad de humidificación. Las mejoras en la eficacia se pueden apreciar mejor por el hecho de que la huella de una unidad de enfriamiento (es decir, el bastidor de enfriamiento) puede ser disminuida hasta el treinta por ciento para obtener el mismo rendimiento de enfriamiento. Concretamente, la existencia de bastidores de enfriamiento móviles que tienen ruedas auto-orientales y patas de nivelación, y que tienen las tuberías flexibles dispuestas sobre el bastidor de enfriamiento en lugar de estar permanentemente sujetas al bastidor de enfriamiento, mejora la eficacia y la escalabilidad del sistema de enfriamiento. Para ayudar al operador en hacer óptimos los lugares de los bastidores de enfriamiento, la capacidad de enfriamiento de cada unidad puede ser vigilada por el operador, junto con el caudal, las temperaturas de entrada y salida del agua y del aire, y las

diferencias de presiones. Estas lecturas hacen posible que el operador sitúe los bastidores de enfriamiento donde cada bastidor de enfriamiento pueda neutralizar la cantidad máxima de calor, mientras proporciona mayor flexibilidad al operador en el diseño de la sala y la disposición y supresión de la limitación de tener acondicionadores de aire situados alrededor de la periferia del centro de datos. Desde una perspectiva de la potencia, cada bastidor de enfriamiento opera bajo corriente continua, proporcionando así cierto grado de flexibilidad a la potencia de entrada proporcionada. De ese modo, una unidad de enfriamiento ya no necesita ser construida para un voltaje concreto.

Como se ha descrito anteriormente, el sistema de enfriamiento de realizaciones de la invención puede ser previsto además como parte de un sistema integrado de control y vigilancia del centro de datos. Cuando se utiliza con tal sistema integrado de control y vigilancia, el sistema de enfriamiento de la presente invención hace posible la fácil supresión de uno o más bastidores de enfriamiento para servicio y recolocación en otra posición dentro del centro de datos. El sistema de enfriamiento puede estar también integrado en un sistema de refrigeración existente del edificio que aloje el centro de datos, por ejemplo, y ser usado en combinación con una o más unidades de CRAC para proporcionar aire enfriado adicional donde fuera necesario en el centro de datos.

El sistema de enfriamiento puede estar provisto de un módulo de determinación de predicción de fallo utilizando cierto número de factores. Concretamente, por medio del controlador, cada bastidor de enfriamiento puede estar diseñado para notificar al operador del centro de datos cuándo ciertas partes, tales como motores, ventiladores o cualquiera otra parte expuesta a desgaste, están próximas a finalizar su vida útil. La existencia de tal módulo hará posible realizar una acción de mantenimiento preventivo razonablemente anticipada y ahorrar posibles periodos de parada. La notificación puede ser suministrada a la pantalla de presentación del bastidor, o proporcionada al operador del centro de datos a través del sistema integrado de control y vigilancia. Además, un controlador del sistema de enfriamiento configurado como un controlador principal puede compensar un fallo de un bastidor de enfriamiento particular aumentando la salida de otros bastidores de enfriamiento situados cerca del bastidor de enfriamiento averiado.

Con el sistema de enfriamiento de realizaciones de la presente invención, se observa que se elimina la necesidad de un suelo realzado. Los operadores de salas de datos aceptan incluir tuberías flexibles elevadas, puesto que ya no se requieren juntas soldadas susceptibles de fallos. Eliminando el suelo realzado, se eliminan los costes asociados al diseño y creación de un suelo realzado. Además, el equipo alojado por los bastidores de equipo puede ser anclado mejor al suelo del centro de datos para conseguir mayor resistencia a los terremotos. La tubería flexible es ahora visible y puede ser inspeccionada fácilmente por el personal del centro de datos, por ejemplo. El número de lugares apropiados para salas de servidores o centros de datos se incrementa debido a que pueden ser utilizadas ahora salas con altura libre relativamente pequeña. Además, se elimina la necesidad de rampas en suelo realzado. Sin embargo, se hace observar que al menos algunas de las realizaciones descritas anteriormente pueden ser utilizadas en centros de datos que tengan suelos realzados y las tuberías flexibles asociadas con tales sistemas de enfriamiento pueden discurrir por debajo del suelo realzado.

El sistema de enfriamiento de realizaciones de la presente invención es de instalación más rápida que los sistemas anteriores. Algunas, si no la totalidad, de las tuberías flexibles pueden estimarse de antemano y ser proporcionadas en el lugar en forma de conjunto de piezas de montaje. Además, puesto que se emplean tuberías flexibles, estas y los elementos de acoplamiento y abrazaderas, usados para conectar las tuberías flexibles a la caja de distribución y a sus respectivos bastidores de enfriamiento, requieren menos trabajo de interconexión y mejoran la pulcritud de la apariencia del sistema de enfriamiento. De ese modo, el centro de datos parece más profesional.

Habiendo descrito así varios aspectos de al menos una realización de esta invención, se ha de apreciar que a los expertos en la técnica se les ocurrirán fácilmente alteraciones, modificaciones y mejoras. Se pretende que tales alteraciones, modificaciones y mejoras sean parte de esta divulgación y caigan dentro del espíritu y alcance de la invención. Por lo tanto, la descripción precedente y los dibujos tienen sólo el carácter de ejemplares.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema para enfriar un centro de datos (10) que tiene un volumen de espacio diseñado para alojar una pluralidad de bastidores (18) de equipo electrónicos, comprendiendo cada bastidor de equipo (18) un primer alojamiento (20) adaptado para soportar al menos una pieza de equipo electrónico, estando también dicho volumen de espacio diseñado para alojar al menos un bastidor de enfriamiento (50) que es movable con relación a cada bastidor de equipo y que comprende un segundo alojamiento (92) que soporta componentes del sistema de enfriamiento, **caracterizado porque** dicho primer alojamiento (20) tiene una anchura estándar de la industria y dicho segundo alojamiento (92) tiene una anchura que es la mitad de la anchura del primer alojamiento (20).
- 10 2. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además una caja de distribución (56) adaptada para suministrar refrigerante enfriado al menos a un bastidor de enfriamiento (50) y para recibir refrigerante calentado desde el al menos un bastidor de enfriamiento (50) y un sistema de comunicación de fluido adaptado para conectar el al menos un bastidor de enfriamiento (50) a la caja de distribución (56).
- 15 3. El sistema de la reivindicación 2, en el que el sistema de comunicación de fluido comprende tuberías flexibles (64).
- 20 4. El sistema de la reivindicación 3, en el que el sistema de comunicación de fluido comprende además miembros de soporte (68) para soportar las tuberías flexibles (64), y en el que las tuberías flexibles (64) incluyen al menos un tramo de tubería flexible que tiene un primer elemento de acoplamiento (66) adaptado para acoplarse con el al menos un bastidor de enfriamiento (50) y un segundo elementos de acoplamiento (66) destinado a acoplarse con la caja de distribución (56).
- 25 5. El sistema de la reivindicación 2, que comprende un controlador (90) para controlar el funcionamiento del al menos un bastidor de enfriamiento (50) y la caja de distribución (56).
- 30 6. El sistema de la reivindicación 5, en el que los componentes del sistema de enfriamiento comprenden un intercambiador de calor (74) situado dentro del alojamiento (92) del al menos un bastidor de enfriamiento (50) y al menos un ventilador (114) adaptado para ser asegurado de manera liberable dentro del alojamiento (92) y configurado para impulsar aire caliente sobre el intercambiador de calor (74) para enfriar el aire caliente.
- 35 7. El sistema de la reivindicación 5, que comprende además un monitor, funcionalmente acoplado al controlador (90), para medir condiciones ambientales del volumen de espacio, y en el que el controlador (90) está configurado para controlar el funcionamiento de los componentes del sistema de enfriamiento sobre la base de las condiciones ambientales del volumen de espacio.
- 40 8. El sistema de la reivindicación 5, en el que el controlador (90) está dispuesto dentro del al menos un bastidor de enfriamiento (50).
- 45 9. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además un controlador (90) funcionalmente acoplado al por lo menos un bastidor de enfriamiento (50), y en el que el controlador (90) está configurado para determinar la capacidad de enfriamiento del al menos un bastidor de enfriamiento (50).
- 50 10. Un método de enfriar un centro de datos, comprendiendo el método: disponer una pluralidad de bastidores de equipo (18), cada una de los cuales comprende un primer alojamiento (20), en una fila, estando cada bastidor de equipo (18) destinado a soportar al menos una pieza de equipo electrónico y que tiene una anchura estándar de la industria; situar un bastidor de enfriamiento (50), que es movable con relación a cada bastidor de equipo (18), entre dos bastidores de equipo (18) de la pluralidad de bastidores de equipo (18), comprendiendo el bastidor de enfriamiento (50) un segundo alojamiento adaptado para soportar componentes de un sistema de enfriamiento, teniendo el alojamiento (92) una anchura que es la mitad de la anchura del primer alojamiento (20), y suministrar refrigerante al bastidor de enfriamiento (50).
11. El método de la reivindicación 10, que comprende además vigilar al menos una condición ambiental dentro del centro de datos y la capacidad de enfriamiento del bastidor de enfriamiento (50).
12. El método de la reivindicación 10, en el que la fila de la pluralidad de bastidores de equipo (18) está dispuesta para crear un pasillo de frío en la parte delantera de la pluralidad de bastidores de equipo (18) y un pasillo de calor en la parte rasera de la pluralidad de bastidores de equipo (18), y en el que el método comprende impulsar aire desde el pasillo caliente al bastidor de enfriamiento (50), enfriar el aire impulsado y expulsar el aire enfriado hacia el pasillo de frío.
13. El método de la reivindicación 10, que comprende además situar una pluralidad de bastidores de enfriamiento (50) dentro del centro de datos.
14. El método de la reivindicación 13, que comprende además controlar el funcionamiento de la pluralidad de bastidores de enfriamiento (50).

15. El método de la reivindicación 13, que comprende además vigilar condiciones ambientales dentro del centro de datos, y controlar selectivamente el funcionamiento de cada uno de la pluralidad de bastidores (18, 50) basándose en las condiciones ambientales dentro del centro de datos.

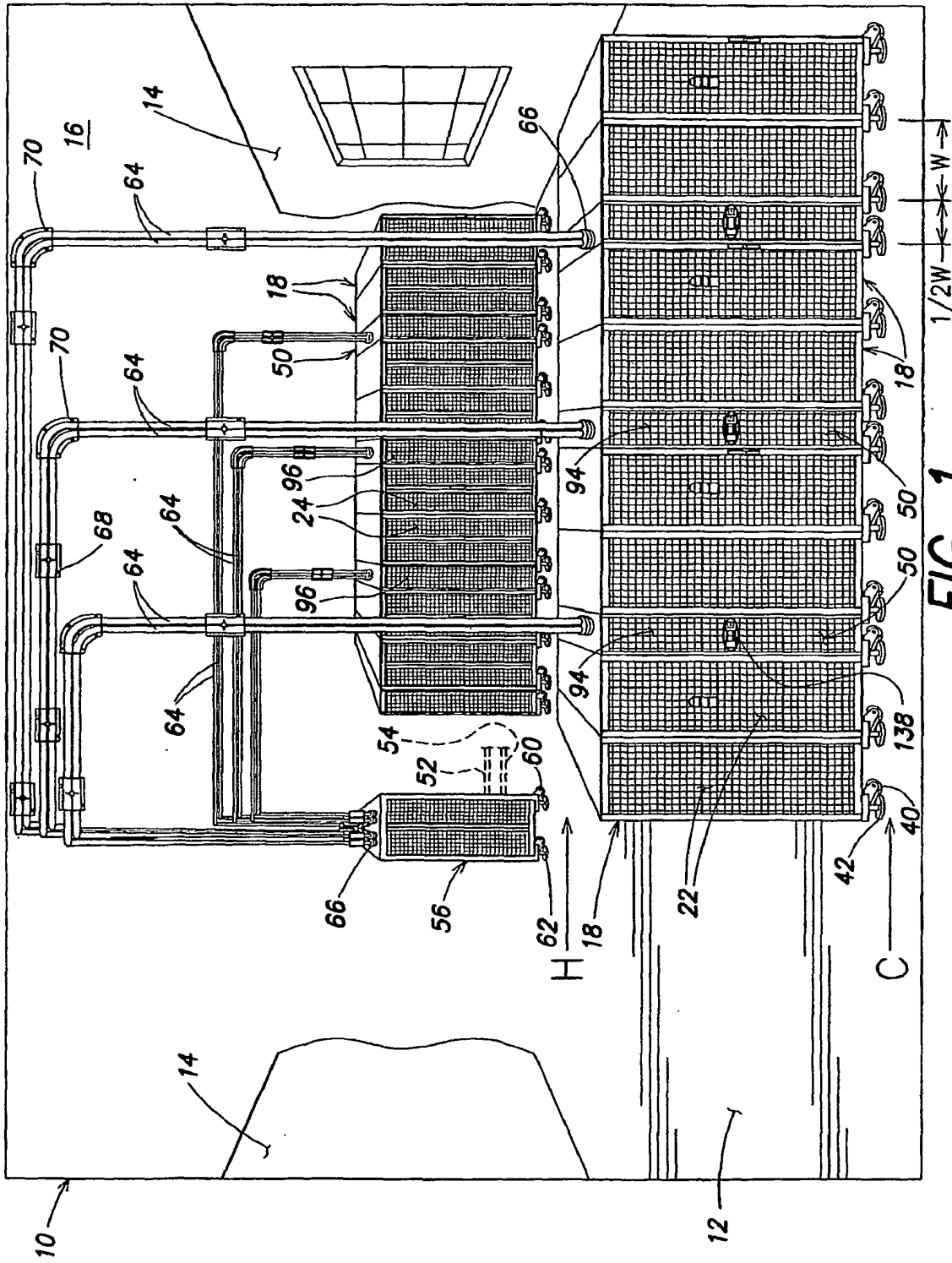
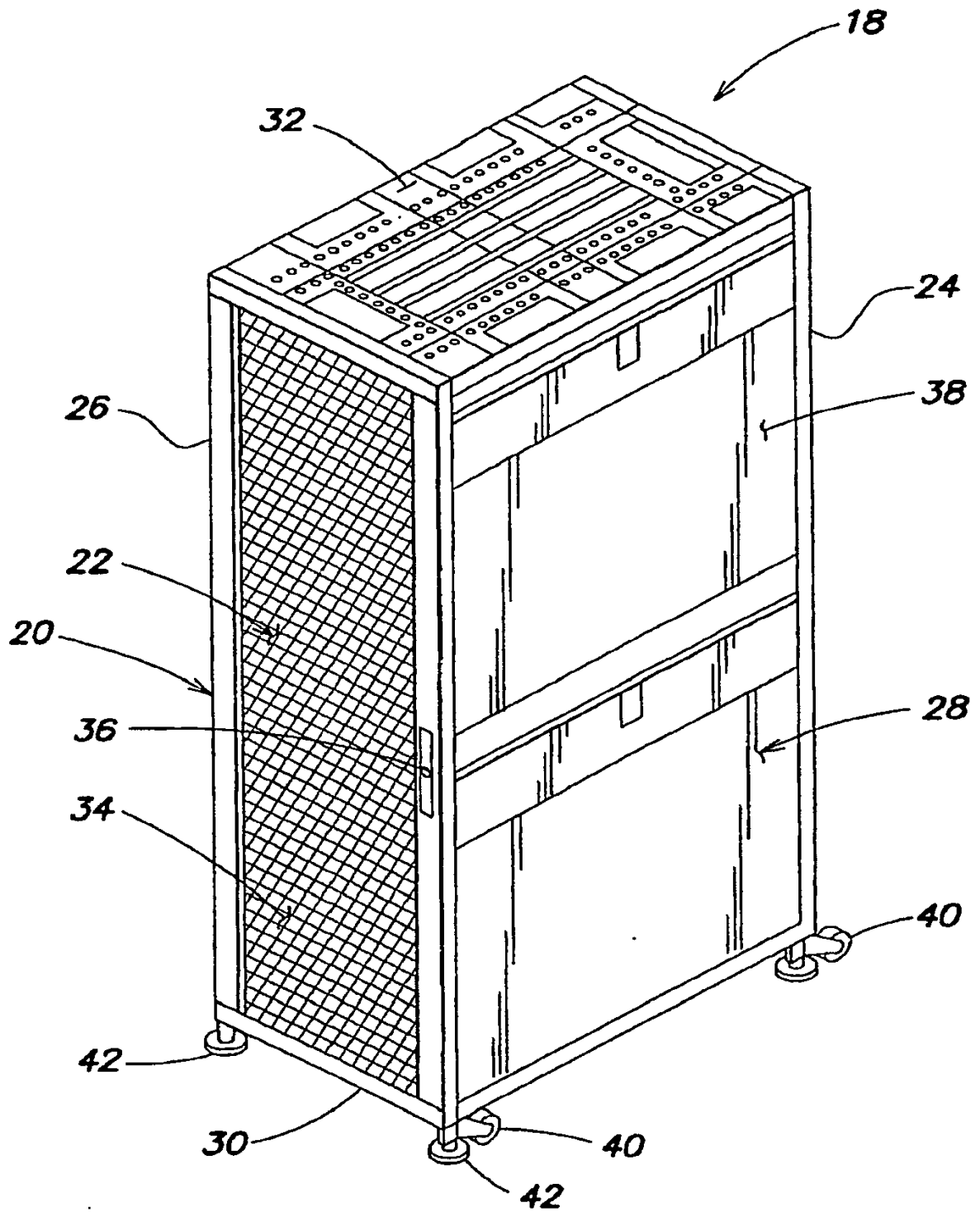
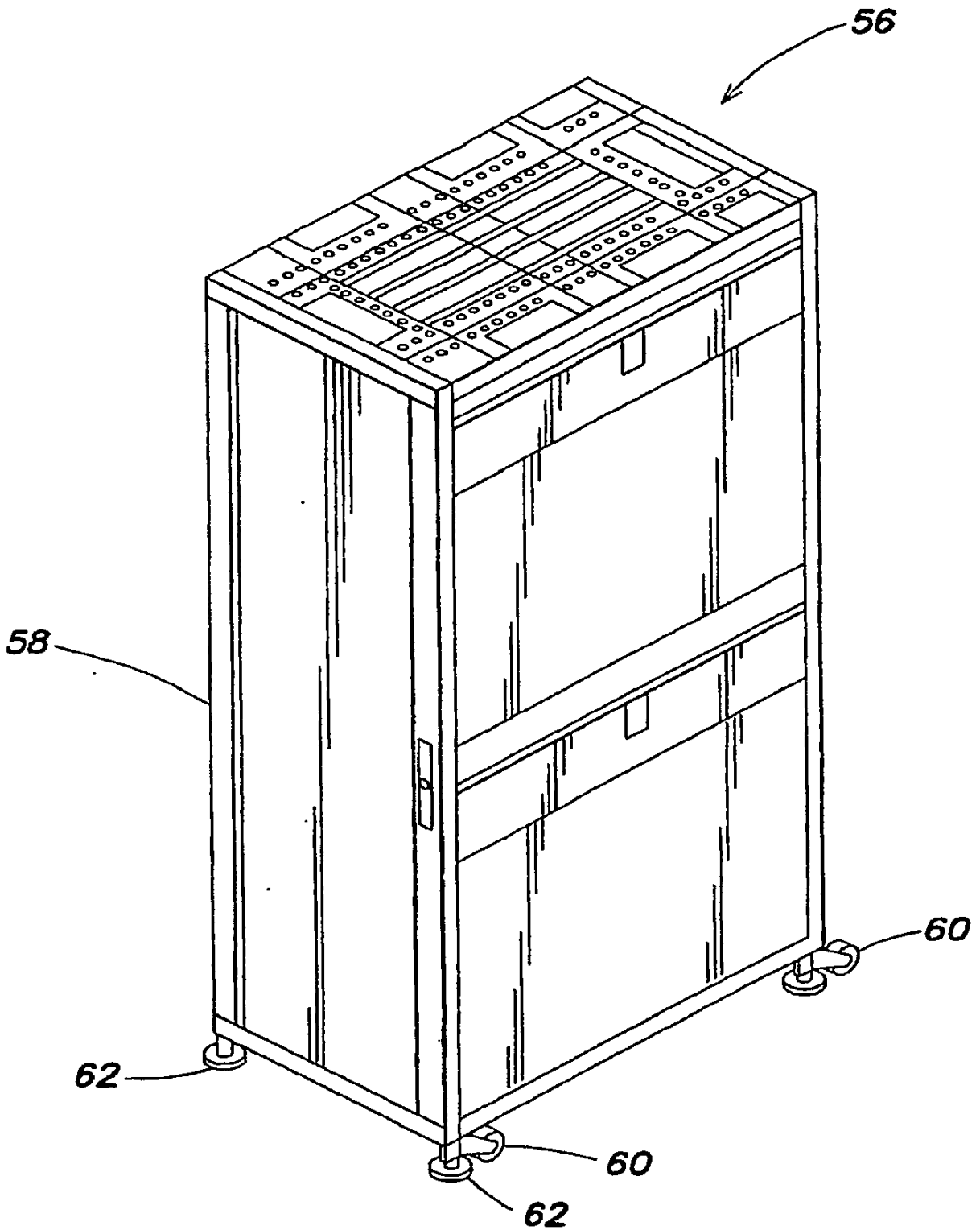


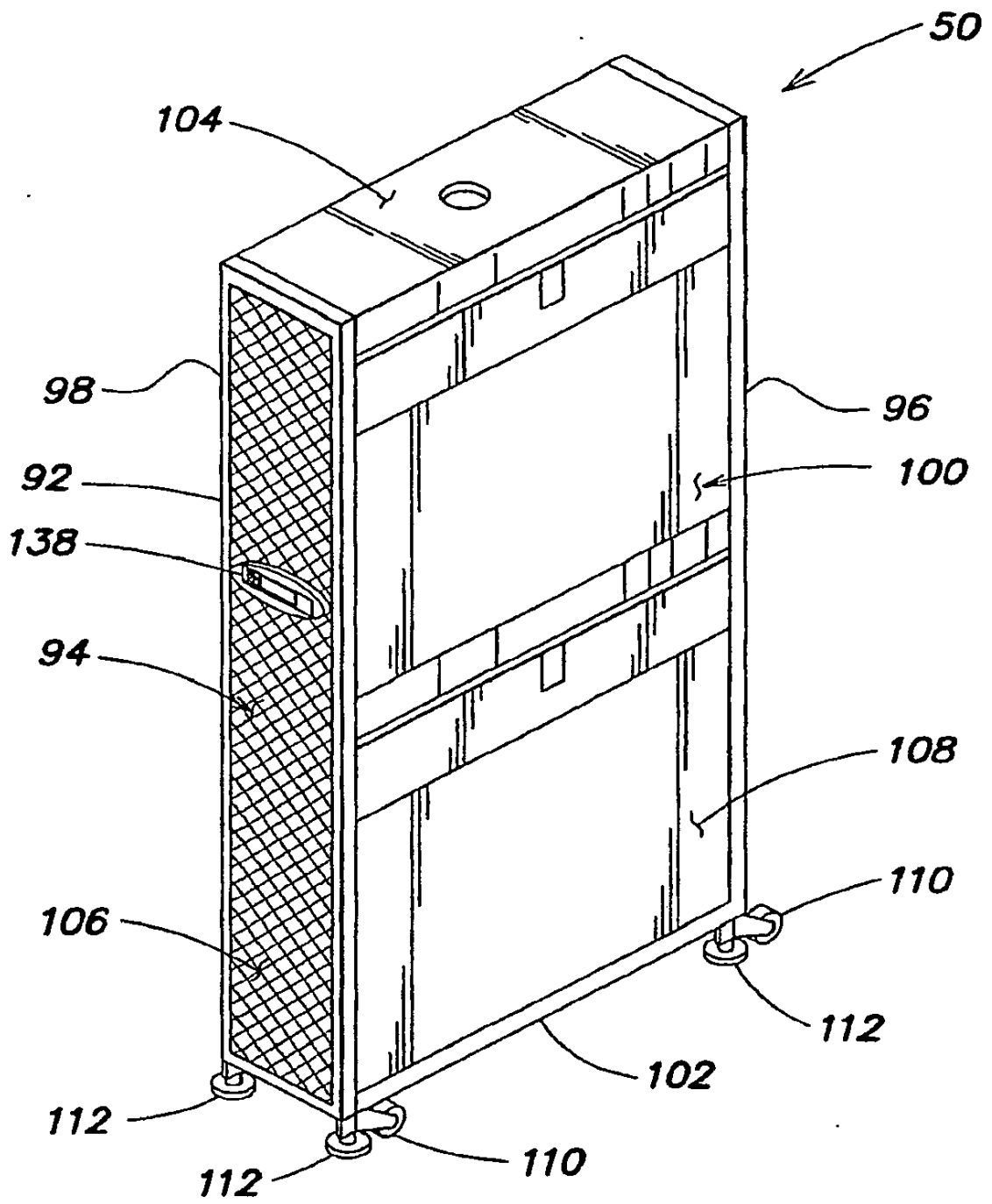
FIG. 1



**FIG. 1A**



**FIG. 1B**



**FIG. 1C**



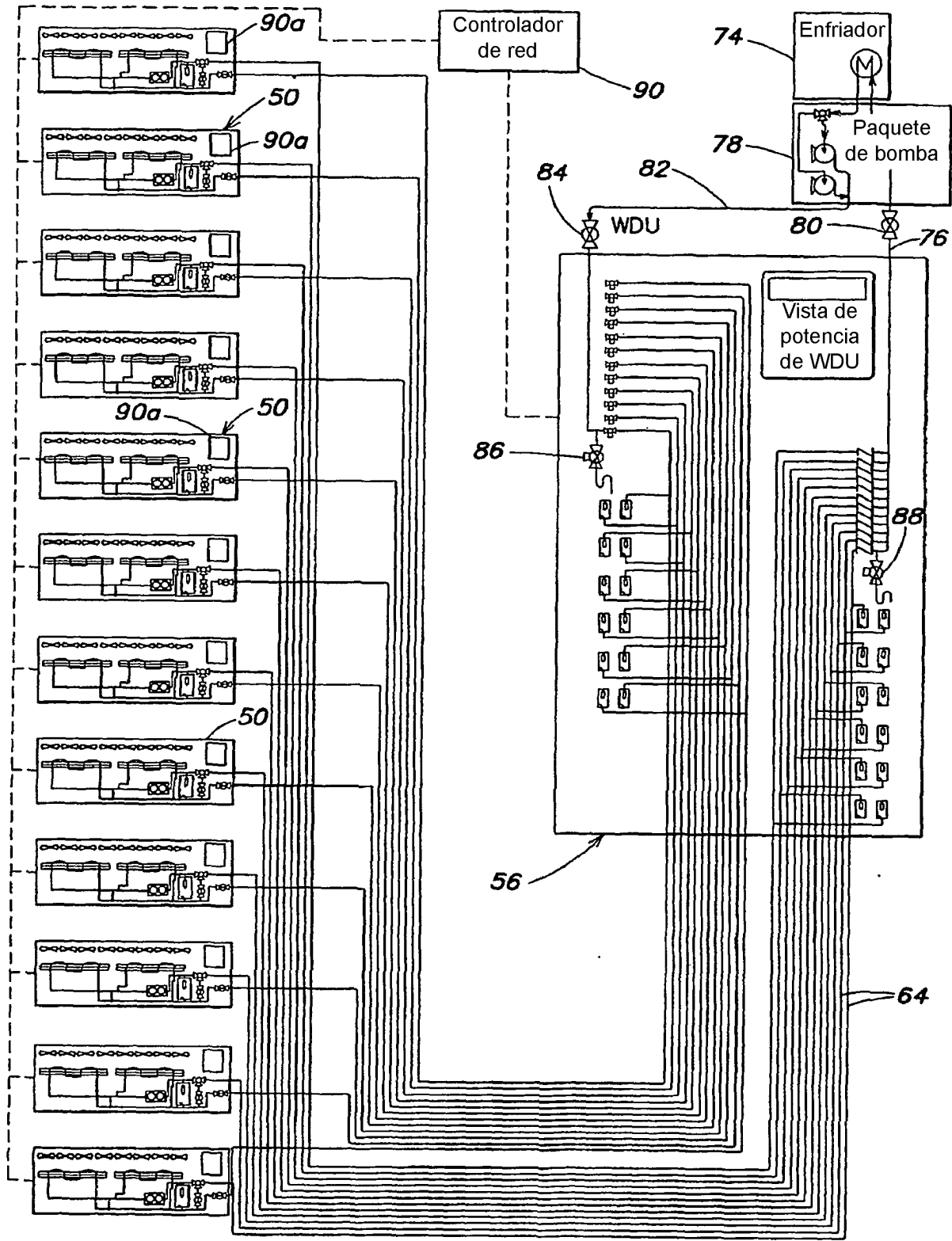


FIG. 2

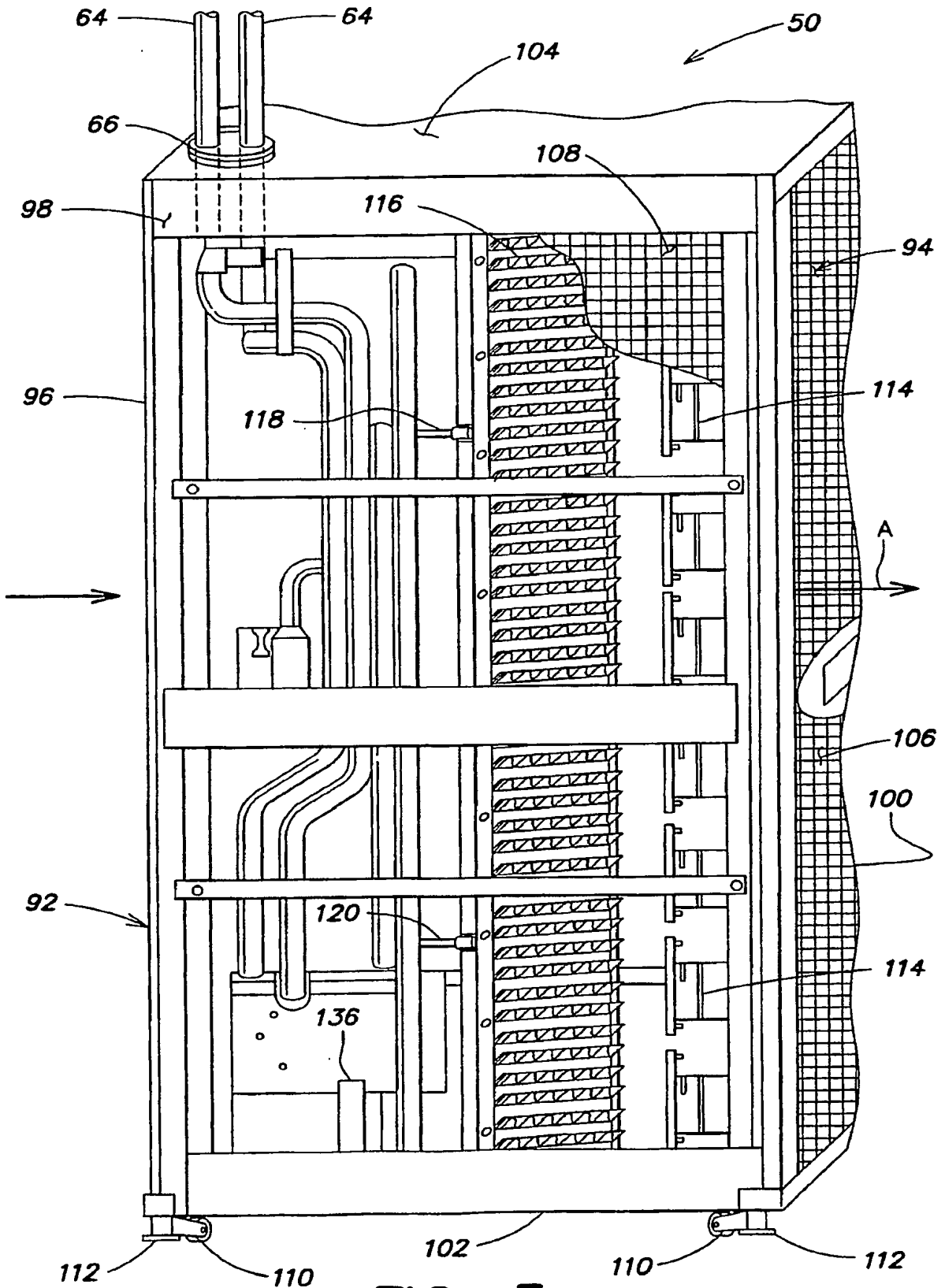


FIG. 3

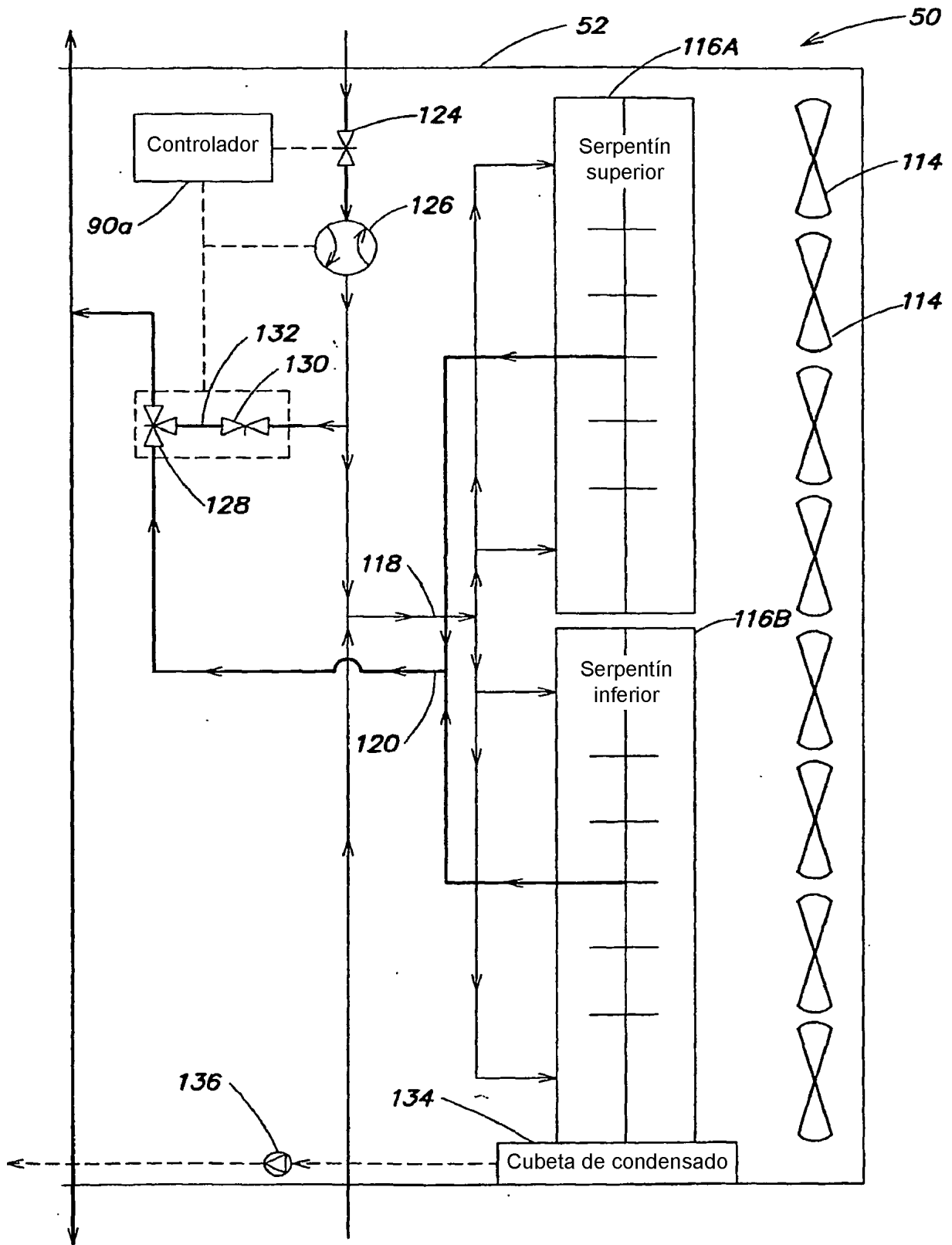
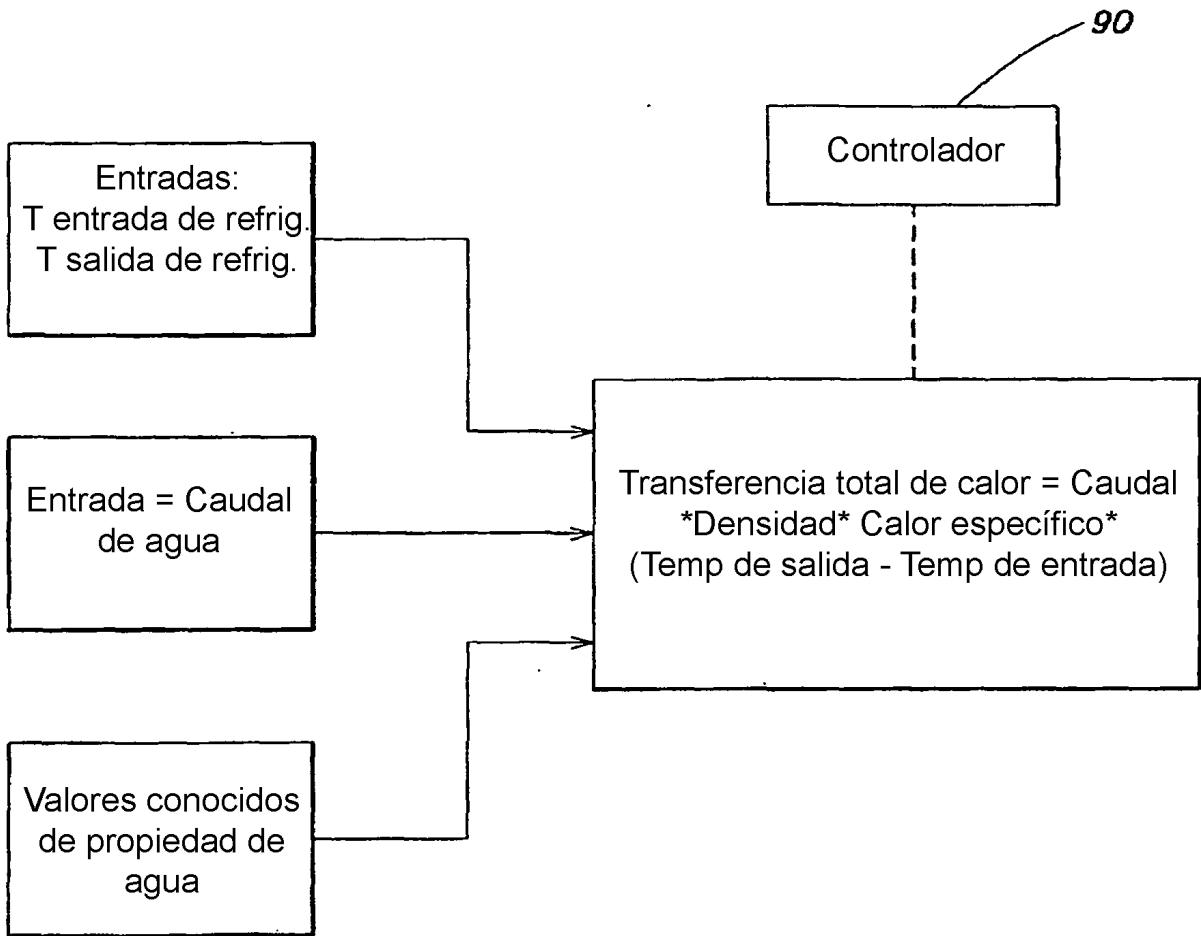
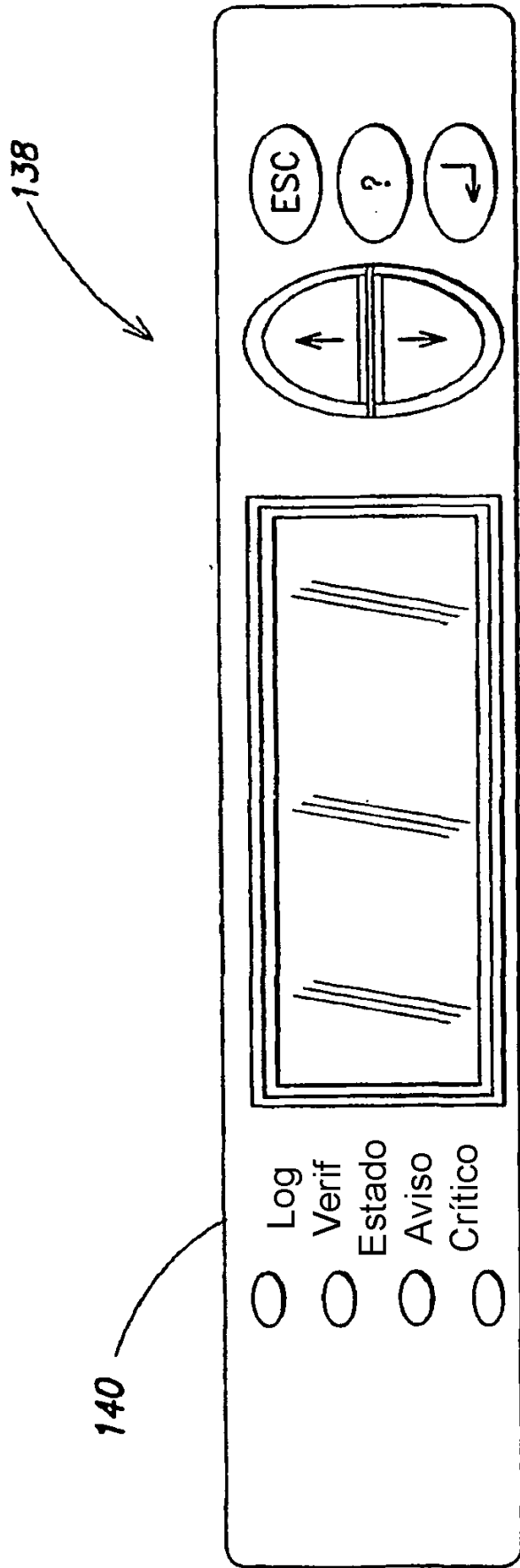


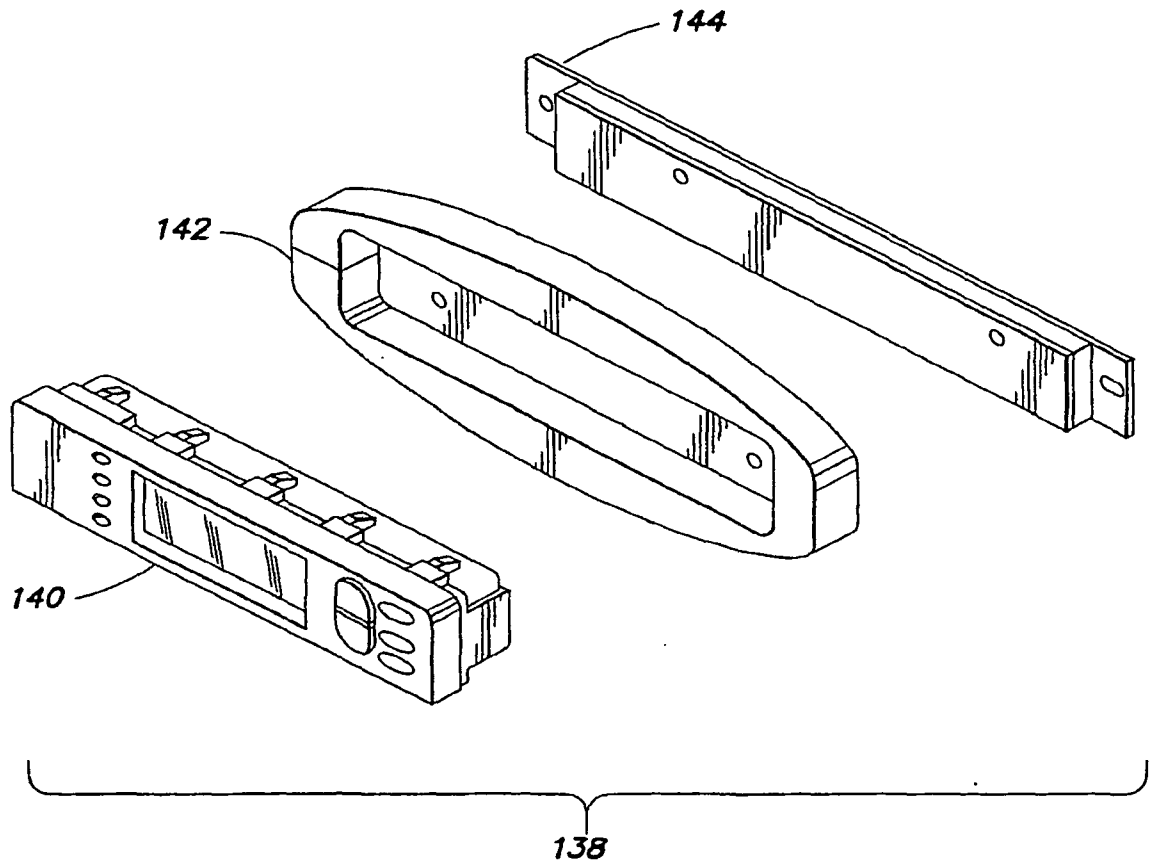
FIG. 4



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**

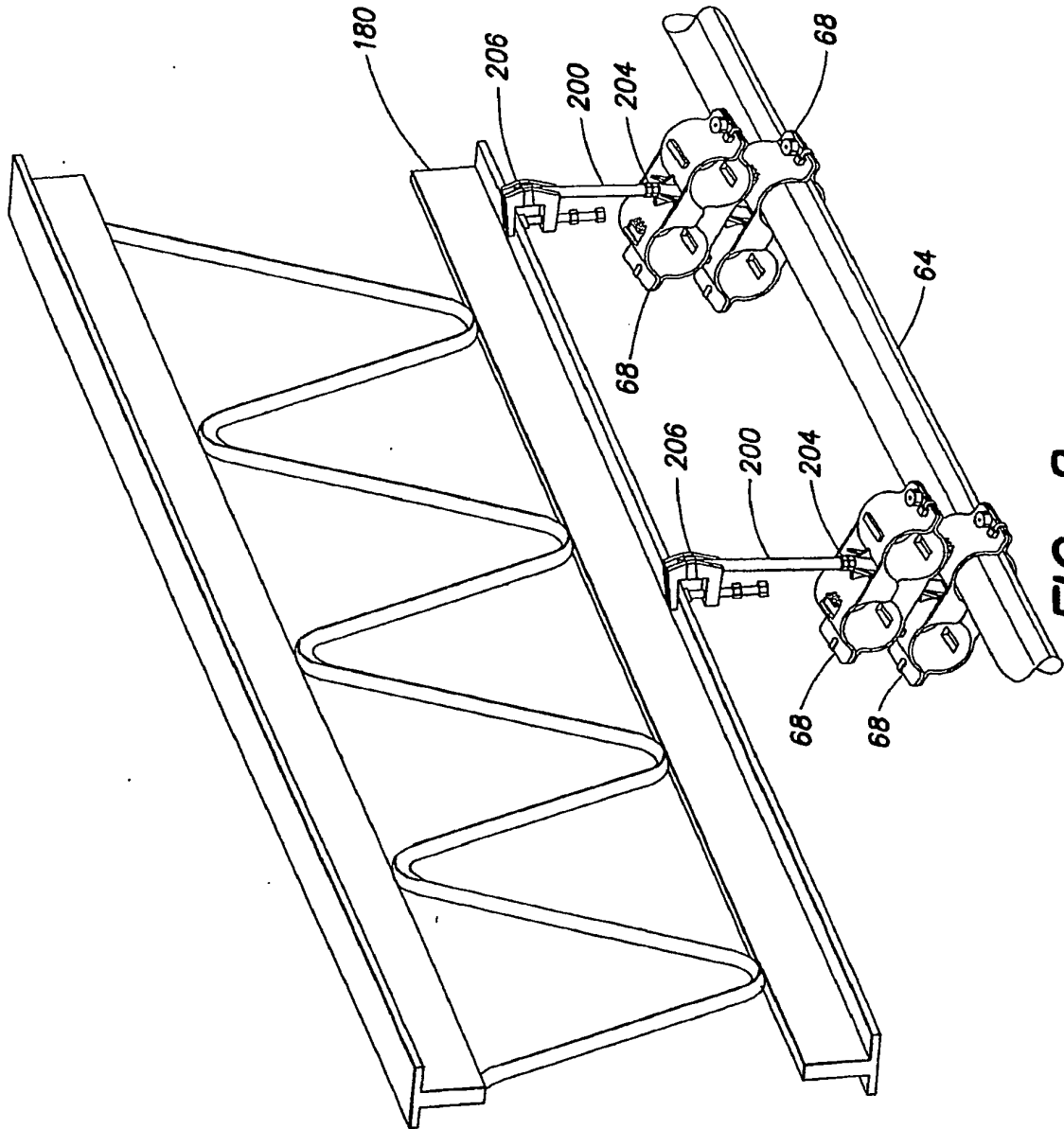
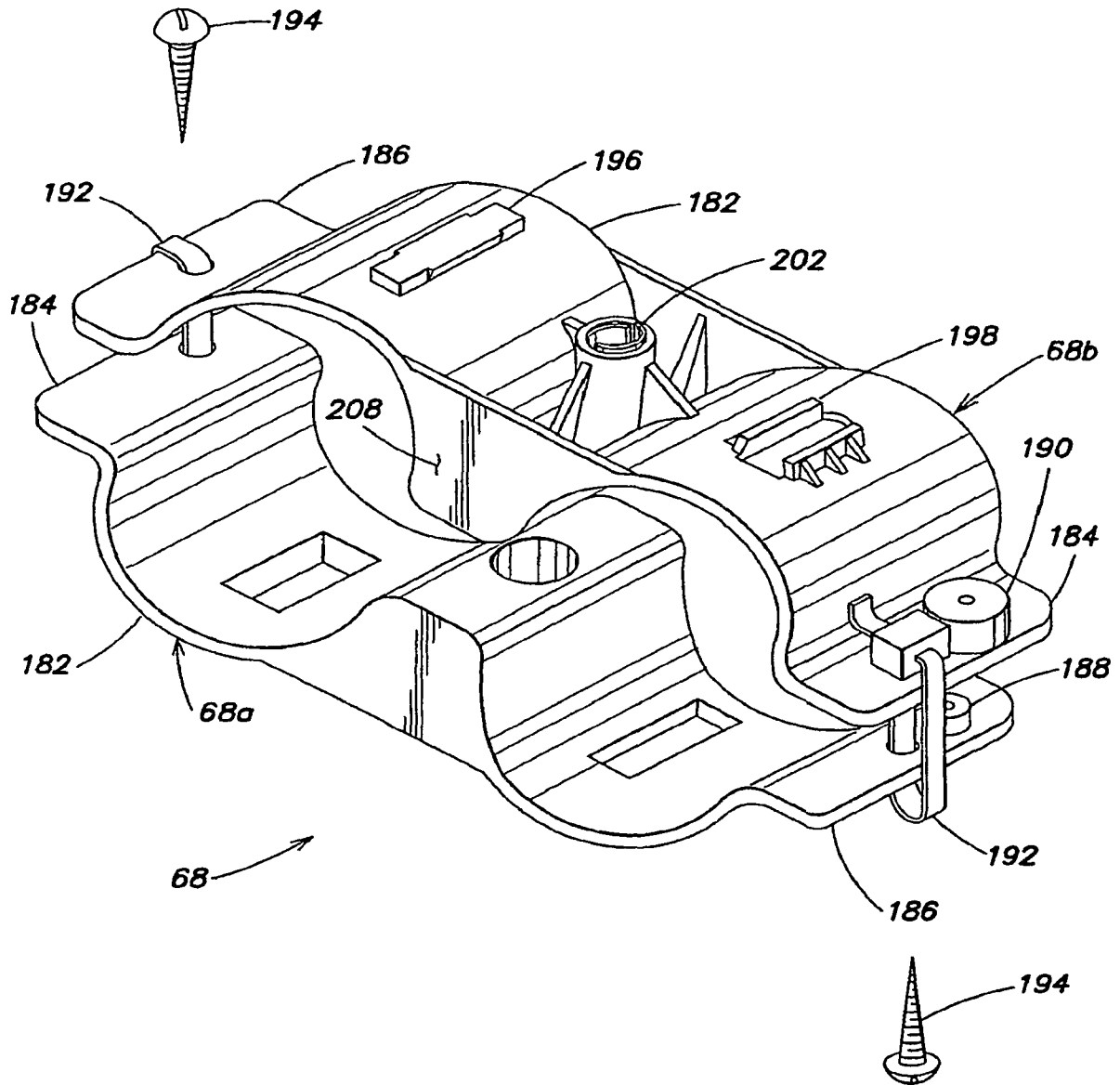


FIG. 8



**FIG. 9**



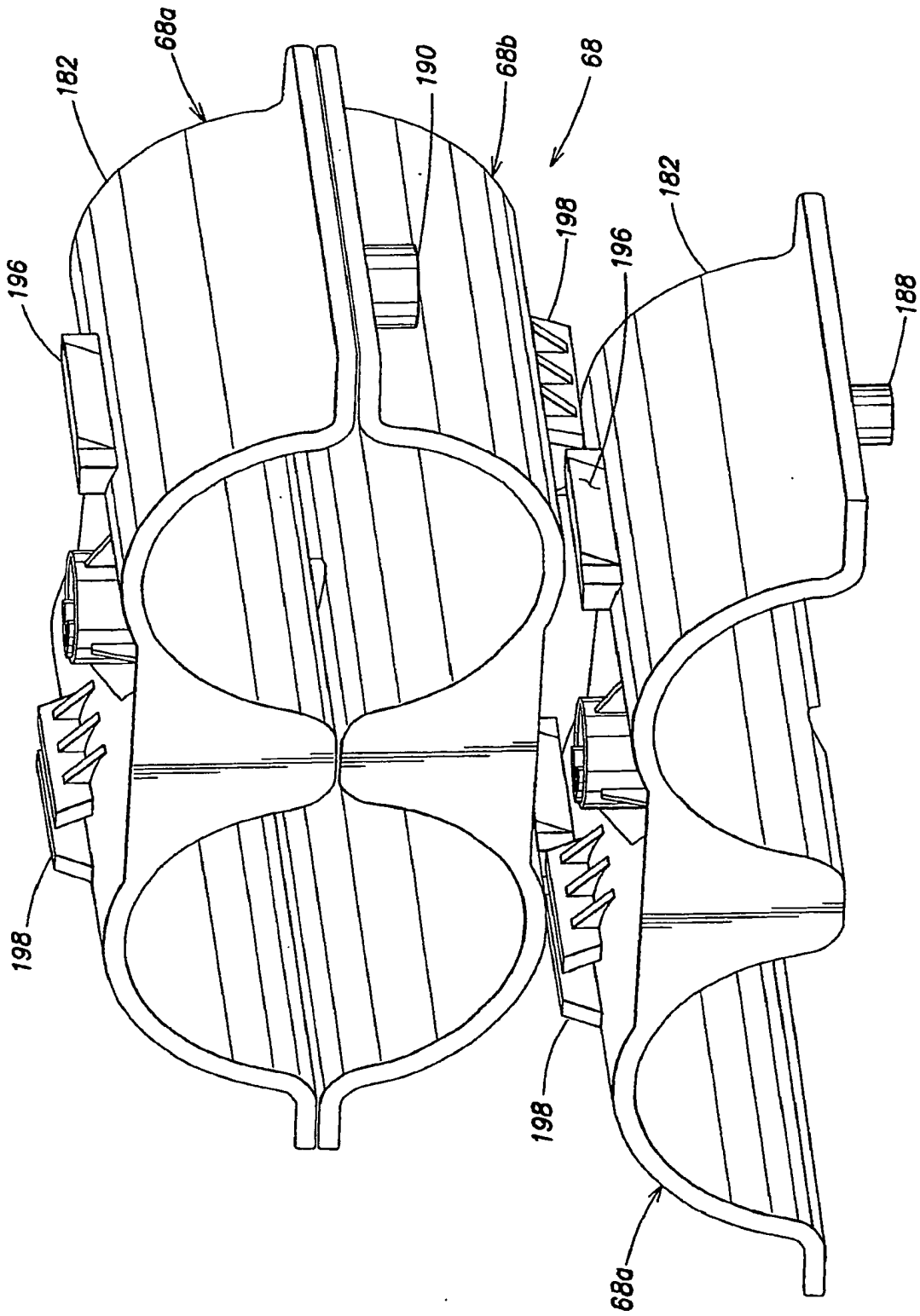
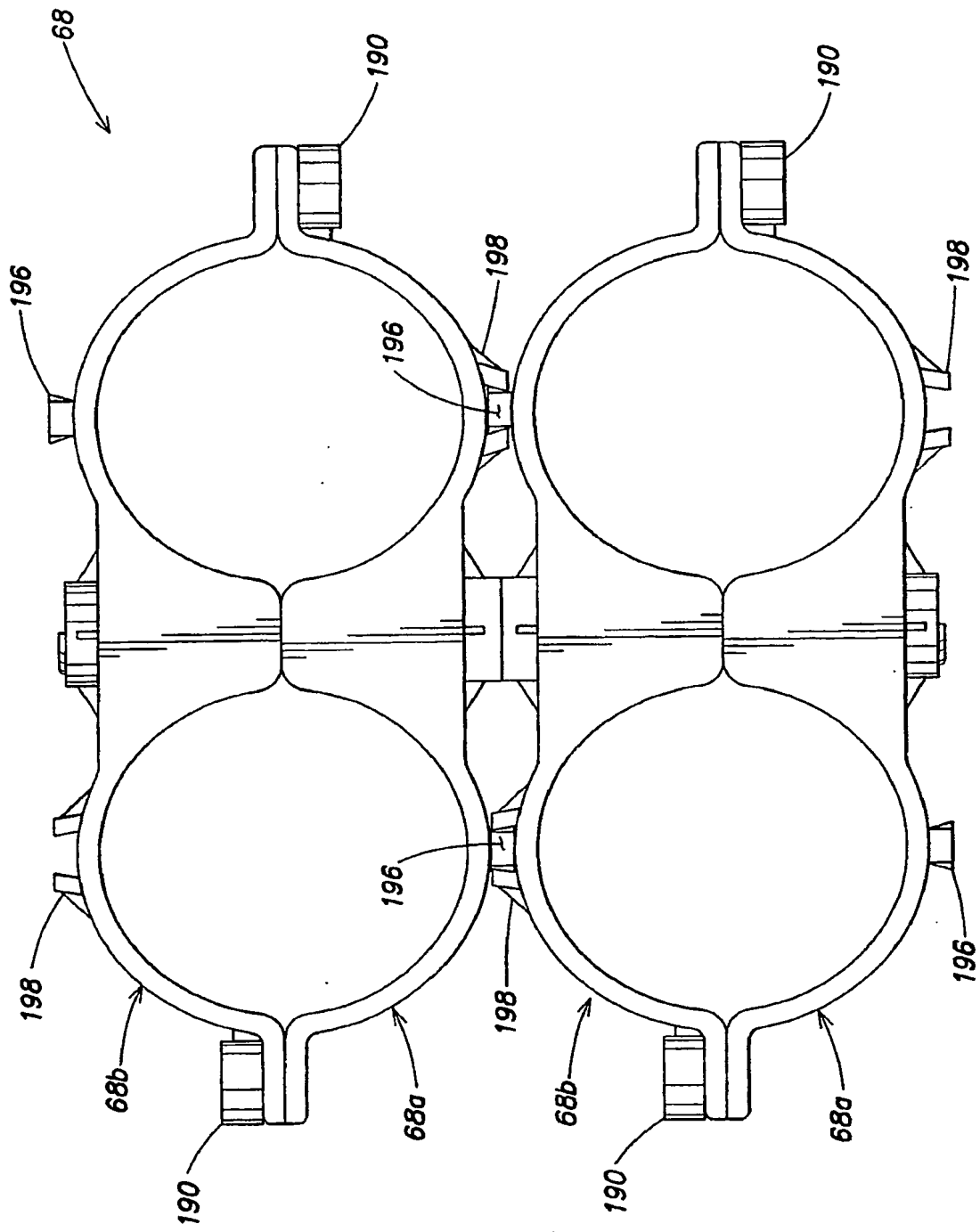


FIG. 10



**FIG. 11**

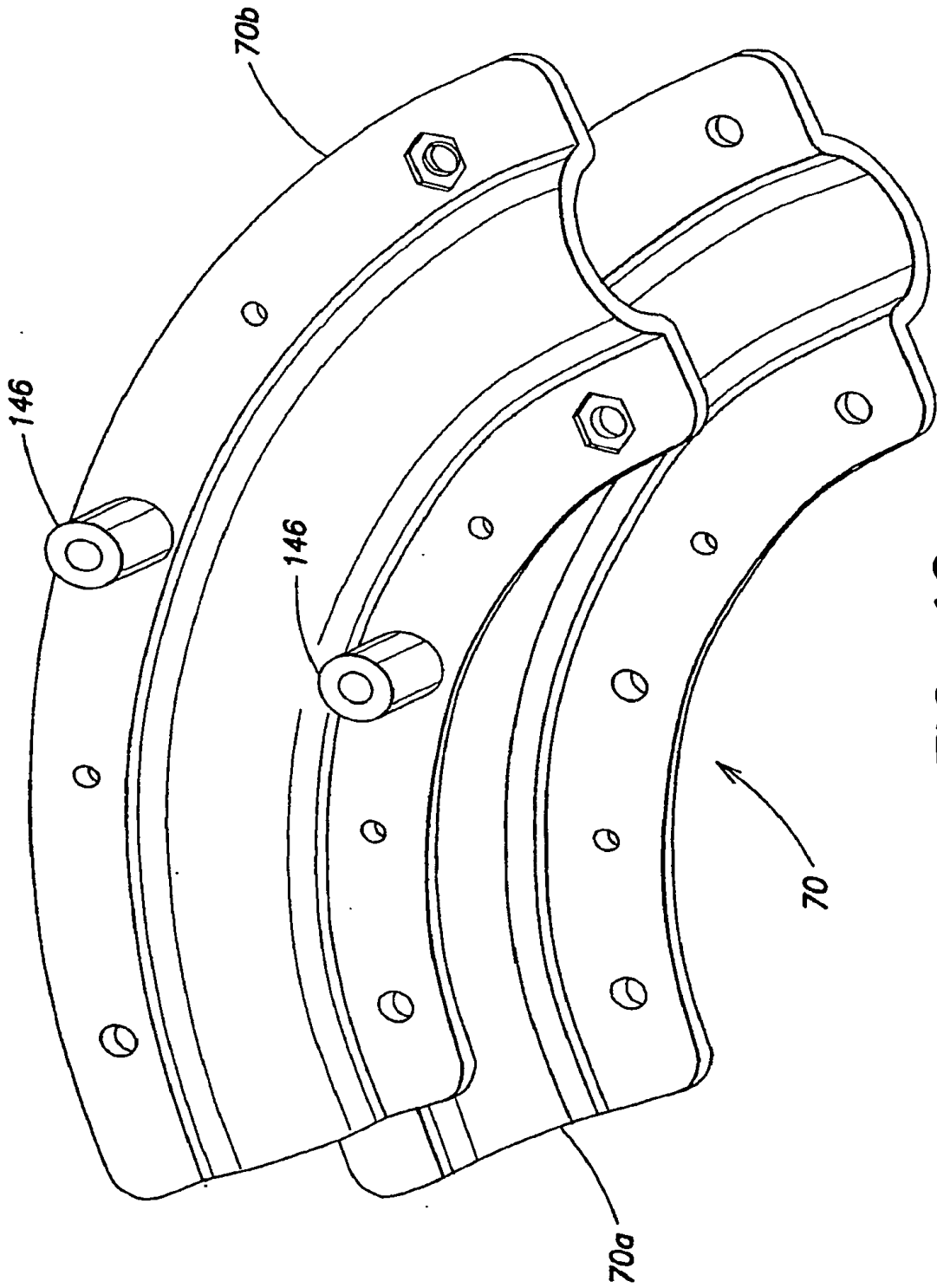


FIG. 12

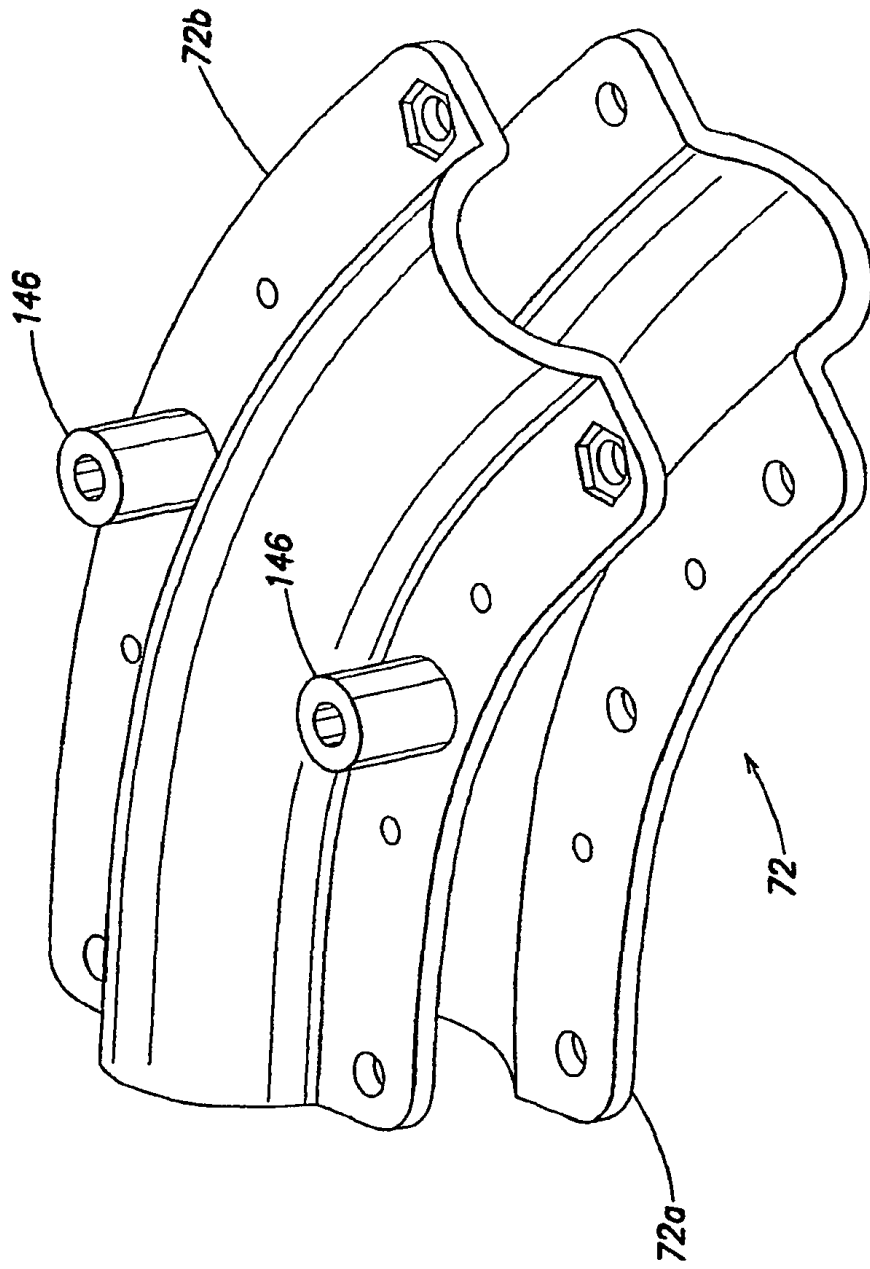
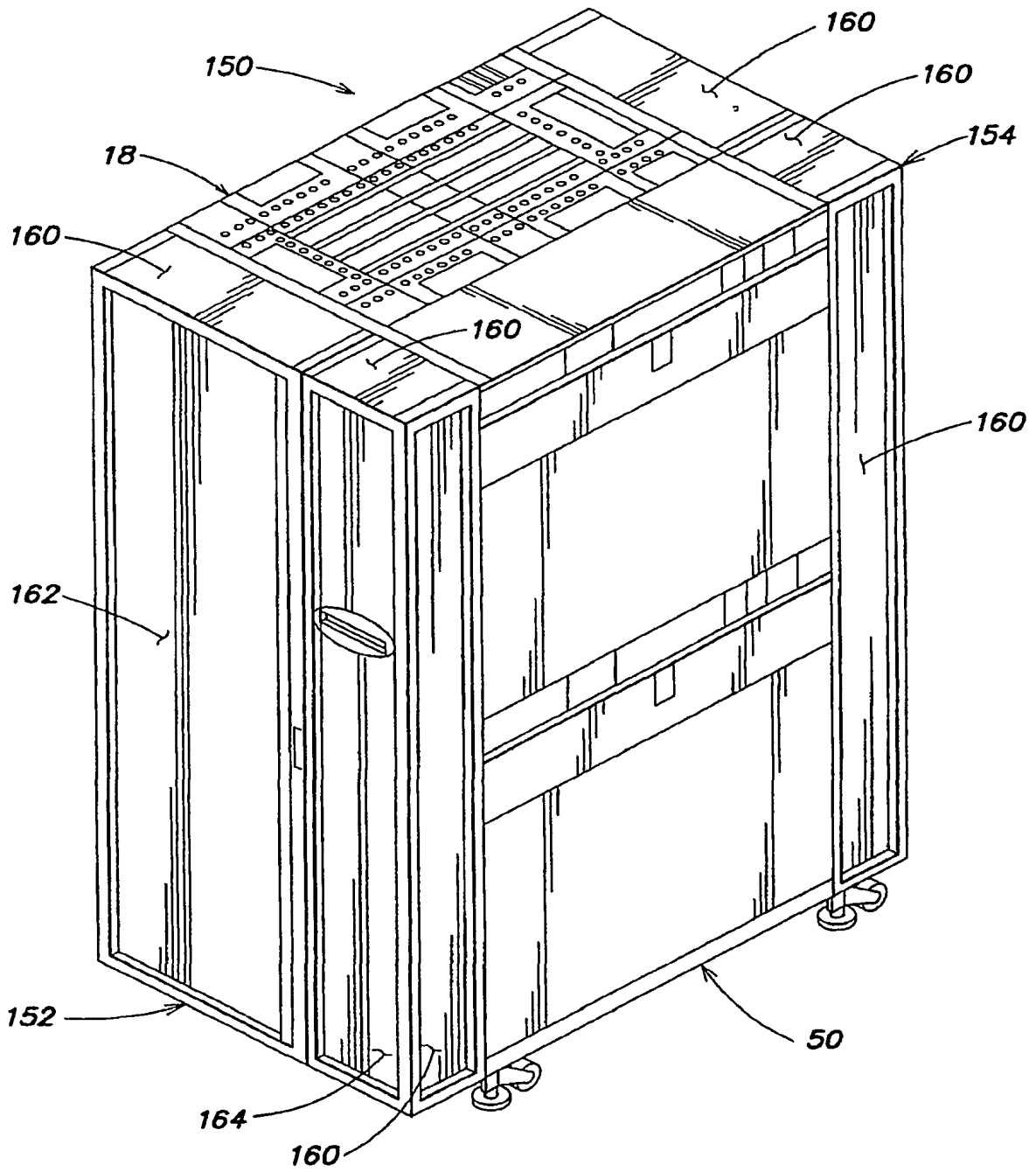


FIG. 13



**FIG. 14**

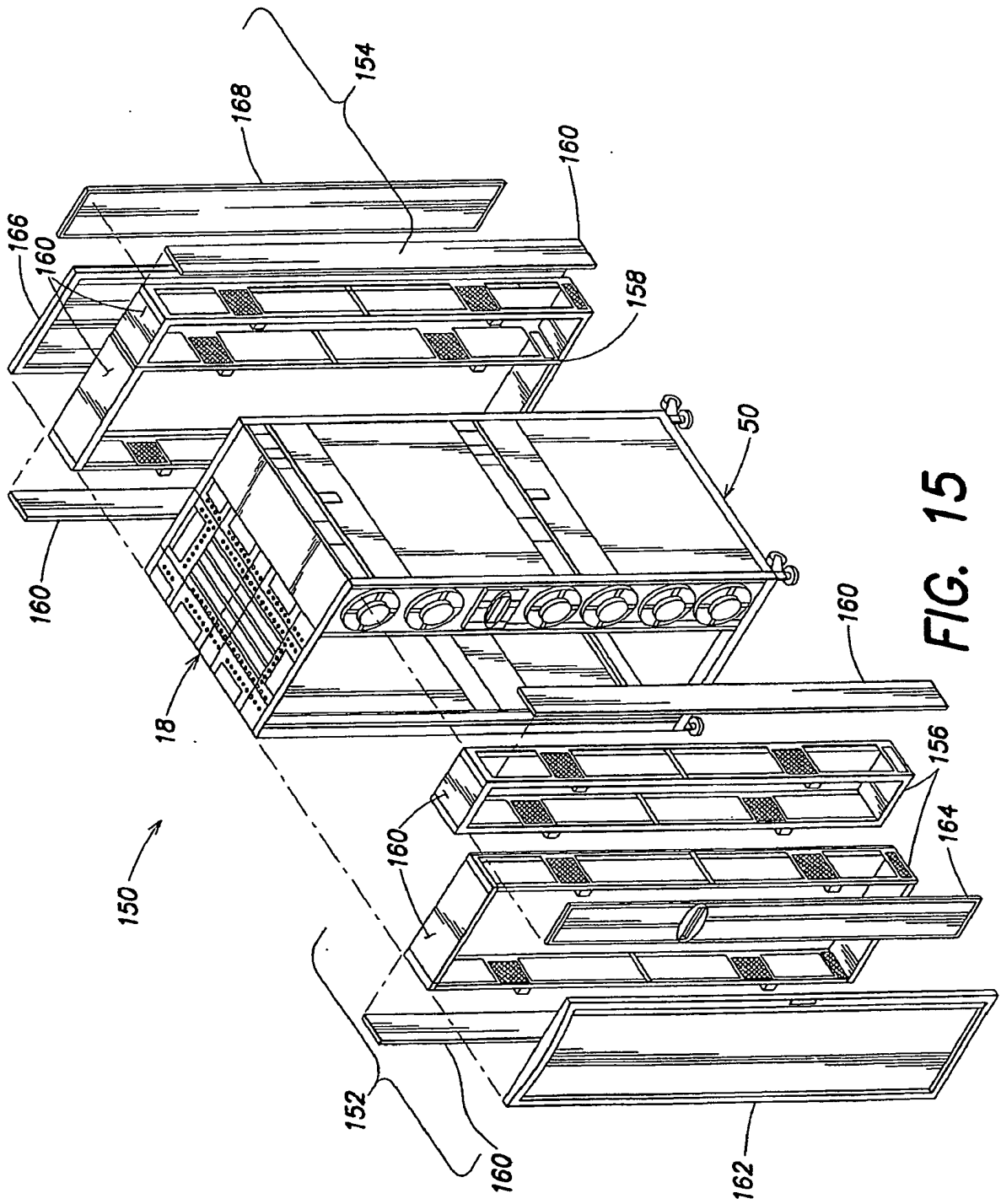


FIG. 15