

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 968 757**

(51) Int. Cl.:

G06F 1/20 (2006.01)

H05K 7/20 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2019 PCT/SG2019/050529**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **07.05.2020 WO20091690**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2019 E 19880470 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2023 EP 3874923**

(54) Título: **Carcasa para proporcionar refrigeración por película líquida**

(30) Prioridad:

31.10.2018 SG 10201809662Q

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

13.05.2024

(73) Titular/es:

**ONG KONG CHYE, GREGORY (100.0%)
892A Tampines Ave 8, 04-30
Singapore 521892, SG**

(72) Inventor/es:

ONG KONG CHYE, GREGORY

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 968 757 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

Carcasa para proporcionar refrigeración por película líquida

Campo de la invención

La presente invención se refiere a sistemas para proporcionar refrigeración líquida, y más particularmente a un sistema para proporcionar refrigeración por película líquida a componentes de generación de calor.

Antecedentes

Los centros de datos modernos tienen miles de servidores y cada servidor incluye componentes de generación de calor, como microprocesadores, discos duros y chips de memoria. La gestión térmica en los centros de datos es vital para evitar contratiempos como el sobrecalentamiento y daños en los componentes. Por ejemplo, la gestión térmica puede realizarse utilizando un sistema de refrigeración para eliminar el calor generado por los componentes de generación de calor y evitar los contratiempos anteriormente mencionados. La energía utilizada para la refrigeración de un centro de datos representa aproximadamente el 40 % del consumo energético total del centro de datos. Este consumo de energía supone un enorme gasto general en el funcionamiento de las instalaciones de un centro de datos. Con los avances en el campo de la electrónica, los componentes electrónicos se han vuelto eficientes. Al volverse eficientes, los componentes electrónicos tienden a producir calor adicional no deseado, que es preferible eliminar. Esto ha creado una creciente necesidad de sistemas de refrigeración de mayor capacidad para eliminar el calor de los componentes electrónicos.

Los métodos habituales para proporcionar refrigeración en los centros de datos incluyen un método de refrigeración por aire forzado, un método de refrigeración por inmersión en líquido y un método de refrigeración por líquido directo.

El método de refrigeración por aire forzado, a pesar de ser ampliamente utilizado, es un método ineficiente para proporcionar refrigeración en los centros de datos. El consumo de energía del método de refrigeración por aire forzado es considerablemente alto (alrededor del 20-25 % del consumo total de energía del servidor), ya que requiere una cantidad considerable de energía para forzar el aire sobre los componentes de generación de calor. Esto limita el número de servidores que pueden alojarse en un bastidor rack de un centro de datos.

En el método de refrigeración por inmersión en líquido, los componentes electrónicos se sumergen en un baño de líquido dieléctrico de transferencia de calor. El bajo punto de ebullición permite que el líquido dieléctrico se evapore en la superficie de los componentes de generación de calor. El método de refrigeración por inmersión en líquido es más eficaz que el método de refrigeración por aire forzado, pero tiene sus propias desventajas. El método de refrigeración por inmersión en líquido requiere una gran cantidad de líquido costoso, por lo que el método resulta costoso. Además, los baños de inmersión que contienen el líquido ocupan hasta cuatro o más huecos de bastidor rack en el centro de datos, por lo que requieren un espacio de suelo considerable. Los baños de inmersión pesan más de 1.500 kilogramos, por lo que la carga en el suelo del centro de datos es inadecuada. Se requieren requisitos de ingeniería especiales, como espardidores de carga, que ocupan espacio adicional y plantean problemas de seguridad. Esto hace que el método sea ineficaz en términos de planificación del espacio.

El método de refrigeración directa por líquido incluye alojamientos disipadores de calor especialmente diseñados para la refrigeración de los componentes e integrados en los componentes de generación de calor. Los alojamientos están interconectados a través de tubos presurizados para suministrar el líquido, normalmente en forma de aceite sintético o agua, directamente a los componentes de generación de calor. Aunque este método tiene algunas ventajas con respecto a los métodos de refrigeración por aire forzado y de refrigeración por líquido de inmersión, presenta algunos inconvenientes. En el caso de la refrigeración directa por líquido, no hay cambio de fase del líquido y, por tanto, la eficacia de refrigeración depende en gran medida del caudal y la temperatura del líquido. Además, cada alojamiento debe adaptarse al tamaño, la forma y la posición de los componentes de generación de calor, que son exclusivos de cada placa base de servidor.

Otro método para proporcionar refrigeración en los centros de datos es un método de refrigeración por pulverización directa. La refrigeración por pulverización directa es una forma eficaz de refrigeración líquida. El método de refrigeración por pulverización directa supera las desventajas de los métodos de refrigeración anteriormente mencionados. El método de refrigeración por pulverización directa utiliza un líquido dieléctrico que forma una fina película sobre las superficies de los componentes de generación de calor. La película del líquido dieléctrico absorbe el calor de los componentes de generación de calor a medida que se evapora en vapor completando un proceso de transferencia de calor al entrar en contacto con los componentes de generación de calor. La capacidad de refrigeración del método de refrigeración por pulverización directa es superior a la de los métodos de refrigeración por aire forzado, inmersión en líquido o refrigeración directa por líquido. Además, la energía consumida por el método de refrigeración por película líquida es considerablemente menor en comparación con el método de refrigeración por aire forzado, ya que elimina la necesidad de múltiples ventiladores de refrigeración.

Los sistemas tradicionales que utilizan la refrigeración por pulverización directa incluyen los componentes de generación de calor alojados en una carcasa y los componentes esenciales, como un intercambiador de calor, una bomba, un sistema de tuberías, un sumidero, etc., para refrigerar los componentes de generación de calor se sitúan fuera de la carcasa. Esto conduce a la ineficacia en el suministro de refrigeración a los componentes de generación

5 de calor, ya que se utiliza una cantidad significativa de energía cuando el vapor se transfiere al intercambiador de calor para su condensación en el exterior. Además, los sistemas tradicionales utilizan un intercambiador de calor común para todas las carcasa montadas en un bastidor rack en los centros de datos. Esto dificulta aún más el rendimiento, la capacidad de despliegue y la eficiencia de los sistemas tradicionales. Por ejemplo, la solicitud de patente de EE. UU. 2007/0199340 A1, de Paul Knight *et. al.*, divulga un sistema de refrigeración por pulverización que incluye un chasis sellado para alojar un conjunto de tarjetas y un módulo de pulverización que tiene boquillas incrustadas para dispensar fluido dieléctrico en el conjunto de tarjetas. Sin embargo, en la solicitud de patente, la bomba, el intercambiador de calor y el depósito se encuentran fuera del sistema de refrigeración, lo que provoca una ineficacia a la hora de proporcionar refrigeración al conjunto de tarjetas, además de dificultar el rendimiento, la capacidad de despliegue y la eficacia del sistema de refrigeración. Además, el fluido dieléctrico tiene que fluir en contra de la gravedad para llegar a las boquillas. Esto provoca una refrigeración ineficaz del conjunto de tarjetas, ya que el fluido puede no distribuirse por igual por todo el conjunto de tarjetas. Para proporcionar una refrigeración eficaz, se necesitarían bombas más potentes, lo que a su vez provocaría un aumento del consumo de energía.

20 La patente de EE. UU. 7,992,626 B1, de Charles L. Tilton *et al.*, divulga un sistema de gestión térmica por pulverización y placa fría combinados que incluye una unidad de pulverización y un depósito de refrigerante conectado térmicamente a un dispositivo de producción de calor y conectado de manera fluida a la unidad de pulverización. La unidad de pulverización incluye boquillas que pulverizan refrigerante en el dispositivo de producción de calor al tiempo que el depósito de refrigerante retiene el refrigerante sobrante y permite un flujo anular de un refrigerante bifásico tanto en un estado vaporizado como en un estado fluido. Sin embargo, la unidad de gestión térmica, que incluye bombas, filtros e intercambiadores de calor, se encuentra fuera del sistema de gestión térmica, lo que provoca una ineficacia a la hora de proporcionar refrigeración al dispositivo de producción de calor y dificulta el rendimiento, la capacidad de despliegue y la eficacia del sistema de gestión térmica. Además, aunque el depósito de refrigerante contribuye a la gestión térmica del dispositivo de producción de calor, el hecho de tener un depósito de refrigerante hace que el sistema sea voluminoso.

25 Además, la patente de EE. UU. 5,943,211 A, de Mort L. Havey, divulga un sistema de difusión de calor para refrigerar componentes de generación de calor que incluye un alojamiento sellado. El alojamiento sellado incluye una placa de pulverización que distribuye un refrigerante líquido como una película fina sobre la superficie de los componentes de generación de calor. El calor se transfiere desde la superficie de los componentes de generación de calor mediante la vaporización de al menos una parte de la fina película de líquido. El refrigerante se condensa en el alojamiento, vuelve al estado líquido y se recoge en un depósito situado dentro del alojamiento sellado. El alojamiento sellado también incluye una bomba para recircular el refrigerante líquido a los atomizadores. La patente también divulga el uso de tubos intercambiadores de calor dentro del alojamiento sellado para proporcionar una refrigeración adicional. Sin embargo, las placas de pulverización distribuyen el refrigerante líquido desde un único extremo del alojamiento sellado, lo que provoca una ineficacia en la refrigeración de los componentes de generación de calor.

30 La patente china 106 455 433 A, de Guangdong Xijiang Data Technology Co., Ltd, divulga un sistema de distribución de líquido para carcasa de refrigeración de contacto directo. El sistema incluye una pluralidad de placas de pulverización de distribución de líquido que se instalan una al lado de otra en un cuerpo principal de armario de arriba abajo en secuencia. Además, incluye un radiador instalado en el cuerpo principal de armario en la parte superior de las placas de pulverización de distribución de líquido. Cuando el sistema está en funcionamiento, el líquido se añade primero a un tanque de almacenamiento de líquido. El líquido procedente del tanque de almacenamiento se bombea a una tubería de conexión mediante la presión de una bomba y, a continuación, el líquido sale a través de los poros inferiores de las placas de pulverización de distribución de líquido. El líquido que sale está en contacto directo con un elemento de calentamiento. El líquido calentado por el elemento de calentamiento converge finalmente en el tanque de almacenamiento de líquido situado en la parte inferior del armario. Tras filtrarse a través del filtro, el líquido del tanque de almacenamiento de líquido se bombea a un radiador. El radiador enfriá el líquido mediante convección de calor con un ventilador. A continuación, el líquido enfriado entra en la tubería de pulverización para enfriar el elemento de calentamiento, y así sucesivamente.

35 Además, la patente de EE. UU. 2012/243169 A1, de Jordan Rinke, divulga un sistema de refrigeración para sistemas informáticos. El sistema de refrigeración incluye una pluralidad de conductos. Cada uno de la pluralidad de conductos incluye al menos una salida para pulverizar refrigerante líquido al componente objetivo para proporcionar refrigeración al componente objetivo. El líquido pulverizado se recoge en un área de recogida situada debajo del componente objetivo. Además, hay conductos de salida acoplados al lado trasero del área de recogida. Los conductos de salida están acoplados a un sistema de recirculación que incluye una bomba que impulsa el refrigerante recogido en el área de recogida y lo bombea a través de un intercambiador de calor para enfriarlo. La bomba impulsa además el

refrigerante líquido enfriado a los conductos de entrada.

Además, la patente de EE. UU. 2015/189796 A1, de Timothy A. Shedd *et. al.*, divulga un método de funcionamiento de un aparato de refrigeración que permite añadir o retirar de forma segura líneas de refrigeración flexibles que conectan un colector de entrada a un colector de salida durante el funcionamiento del aparato de refrigeración sin causar un flujo bifásico inestable. El aparato de refrigeración incluye una bomba configurada para proporcionar un flujo de refrigerante líquido monofásico a la salida de la bomba, un depósito conectado de manera fluida al circuito de refrigeración principal y situado aguas arriba de la bomba y configurado para almacenar un suministro de refrigerante líquido monofásico para la bomba, y uno o más módulos disipadores de calor conectados de manera fluida a un circuito de refrigeración principal. Cada módulo disipador de calor está configurado para montarse sobre una superficie que

5 proporciona calor y eliminar calor de la misma. El aparato de refrigeración incluye además una primera derivación que comprende un primer intercambiador de calor y un primer regulador de presión. El primer regulador de presión está configurado para regular un primer flujo de derivación del flujo de refrigerante líquido monofásico a través del primer intercambiador de calor. El primer intercambiador de calor está configurado para subenfriar el primer flujo de derivación de refrigerante por debajo de una temperatura de saturación del refrigerante. El aparato de refrigeración incluye además una segunda derivación que comprende un segundo regulador de presión configurado para regular un segundo flujo de derivación del refrigerante líquido monofásico a través de la segunda derivación.

10 En luz de lo anterior, existe la necesidad de un sistema que proporcione una refrigeración significativamente mejorada para los componentes de generación de calor y que pueda reducir el espacio de suelo para su despliegue. Además, existe la necesidad de un sistema que resuelva los problemas anteriormente mencionados, proporcione un entorno mejorado para los componentes de generación de calor que se encuentran dentro del sistema, y permita la facilidad de despliegue de un sistema de refrigeración.

Compendio de la invención

En una realización de la presente invención, se proporciona una carcasa para proporcionar refrigeración por película líquida a una pluralidad de componentes de generación de calor. La carcasa incluye un chasis, un sumidero, una primera bomba, un sistema de tuberías, una pluralidad de placas tubulares y un intercambiador de calor. El chasis incluye una pluralidad de cassetes. Cada cassette de la pluralidad de cassetes incluye uno o más componentes de generación de calor de la pluralidad de componentes de generación de calor. La pluralidad de cassetes está unida de forma deslizante al chasis. El sumidero almacena un líquido que se suministrará a la pluralidad de componentes de generación de calor. La primera bomba extrae el líquido del sumidero. El sistema de tuberías recibe el líquido del sumidero a través de la primera bomba. La pluralidad de placas tubulares está conectada al sistema de tuberías para recibir el líquido. Una placa tubular de la pluralidad de placas tubulares se coloca entre un primer cassette y un segundo cassette de la pluralidad de cassetes. La pluralidad de placas tubulares pulveriza directamente el líquido sobre la pluralidad de componentes de generación de calor por medio de boquillas incrustadas en la pluralidad de placas tubulares. El líquido se evapora en vapores al entrar en contacto con la pluralidad de componentes de generación de calor. El intercambiador de calor está situado debajo del chasis. El intercambiador de calor condensa los vapores en líquido condensado al entrar en contacto. El líquido condensado se recoge en el sumidero.

En otra realización de la presente invención, se proporciona un bastidor rack que tiene una pluralidad de estantes. El bastidor rack incluye una pluralidad de carcasa situadas en un estante de la pluralidad de estantes. Una primera carcasa de la pluralidad de carcasa es accesible desde un extremo delantero del bastidor rack y una segunda carcasa de la pluralidad de carcasa es accesible desde un extremo trasero del bastidor rack. Cada una de las carcasa primera y segunda de la pluralidad de carcasa incluye un chasis, un sumidero, una primera bomba, un sistema de tuberías y una pluralidad de placas tubulares. El chasis incluye una pluralidad de cassetes. Cada cassette de la pluralidad de cassetes incluye uno o más componentes de generación de calor de la pluralidad de componentes de generación de calor. La pluralidad de cassetes está unida de forma deslizante al chasis. El sumidero almacena un líquido que se suministrará a la pluralidad de componentes de generación de calor. La primera bomba extrae el líquido del sumidero. El sistema de tuberías recibe el líquido del sumidero a través de la primera bomba. La pluralidad de placas tubulares está conectada al sistema de tuberías para recibir el líquido. Una placa tubular de la pluralidad de placas tubulares se coloca entre un primer cassette y un segundo cassette de la pluralidad de cassetes. La pluralidad de placas tubulares permite pulverizar directamente el líquido sobre la pluralidad de componentes de generación de calor por medio de boquillas incrustadas en la pluralidad de placas tubulares. El líquido se evapora en vapores al entrar en contacto con la pluralidad de componentes de generación de calor.

Varias realizaciones de la presente invención proporcionan una carcasa para proporcionar refrigeración por película líquida a la pluralidad de componentes de generación de calor. La carcasa incluye un chasis. El chasis incluye una pluralidad de cassetes, y la pluralidad de cassetes incluye uno o más componentes de generación de calor de la pluralidad de componentes de generación de calor. El chasis incluye al menos una fuente de alimentación para suministrar energía a uno o más componentes de generación de calor. El chasis incluye al menos un conmutador de red para proporcionar

conectividad de red externa al menos a una red de área local o a Internet. El chasis incluye una placa base alojada en un extremo trasero del chasis para permitir que la pluralidad de cassetes comparta un bus común de alimentación y datos con al menos una fuente de alimentación y el al menos un commutador de red.

- 5 La carcasa incluye un sumidero para almacenar el líquido que se suministrará a la pluralidad de componentes de generación de calor. La carcasa incluye una primera bomba para extraer el líquido del sumidero. La carcasa incluye además una segunda bomba para extraer el líquido del sumidero. En un instante de tiempo, al menos una de las bombas primera y segunda está en funcionamiento. La carcasa incluye un sistema de tuberías que recibe el líquido a través de las bombas primera o segunda. El sistema de tuberías está equipado con válvulas antirretorno para evitar que el líquido vuelva a circular a través de las bombas primera y segunda cuando al menos una de las bombas primera
- 10 y segunda no está en funcionamiento. La carcasa incluye una pluralidad de placas tubulares conectadas al sistema de tuberías para recibir el líquido. Una placa tubular de la pluralidad de placas tubulares se coloca entre un primer cassette y un segundo cassette de la pluralidad de cassetes. La pluralidad de placas tubulares absorbe calor de la pluralidad de componentes de generación de calor mediante radiación y transfiere el calor al líquido que circula por el interior de la pluralidad de placas tubulares.
- 15 La pluralidad de placas tubulares pulveriza directamente el líquido sobre la pluralidad de componentes de generación de calor por medio de boquillas incrustadas en la pluralidad de placas tubulares. El líquido se evapora en vapores al entrar en contacto con la pluralidad de componentes de generación de calor. La pluralidad de placas tubulares proporciona además la condensación de los vapores en el líquido condensado cuando los vapores entran en contacto con la pluralidad de placas tubulares. La carcasa incluye válvulas de derivación conectadas entre el sistema de tuberías y la pluralidad de placas tubulares para controlar un flujo de líquido en la pluralidad de placas tubulares. El intercambiador de calor condensa los vapores en líquido condensado cuando los vapores entran en contacto con el intercambiador de calor, y el líquido condensado se recoge en el sumidero. La carcasa incluye una pluralidad de sensores para controlar la salud y los parámetros de funcionamiento de la carcasa. La pluralidad de sensores incluye al menos uno de un sensor de temperatura, un sensor de flujo, un sensor de bomba, un sensor de humedad, un sensor de suciedad, un sensor de tensión, un acelerómetro, un sensor de puerta, un sensor de placa trasera, un sensor de presión o sensores de humedad y saturación de vapor.
- 20 La carcasa incluye un sistema de control de gestión para supervisar y gestionar la carcasa basándose en las salidas recibidas desde la pluralidad de sensores. La carcasa incluye además un cartucho para purgar los gases de no vapor fuera de la carcasa y evitar que los vapores se ventilen fuera de la carcasa. La presencia del intercambiador de calor dentro de cada carcasa garantiza que los vapores formados debido a la evaporación del líquido se condensen de nuevo en el líquido condensado inmediatamente, y por tanto no hay pérdida de vapor. La pluralidad de placas tubulares desempeña la doble función de pulverizar el líquido sobre la pluralidad de componentes de generación de calor y condensar los vapores en el líquido condensado. Por tanto, la pluralidad de placas tubulares mejora el proceso de condensación y reduce la pérdida de energía durante la condensación. El diseño de la pluralidad de placas tubulares y las posiciones de las boquillas en la pluralidad de placas tubulares garantizan que toda la superficie de los componentes de generación de calor esté recubierta con el líquido y que el calor se elimine de manera uniforme de los componentes de generación de calor.
- 25

Breve descripción de los dibujos

- 30 Los dibujos adjuntos ilustran las diversas realizaciones de sistemas, métodos y otros aspectos de la invención. Será evidente para un experto en la técnica que los límites de los elementos ilustrados (por ejemplo, carcassas, grupos de carcassas u otras formas) en las figuras representan un ejemplo de los límites. En algunos ejemplos, un elemento puede estar diseñado como múltiples elementos, o múltiples elementos pueden estar diseñados como un elemento. En algunos ejemplos, un elemento mostrado como un componente interno de un elemento puede implementarse como un componente externo en otro, y viceversa.
- 35
- 40 Varias realizaciones de la presente invención se ilustran a modo de ejemplo, y no limitadas por las figuras adjuntas, en las que referencias similares indican elementos similares:
- 45
- La figura 1A ilustra un bastidor rack en un centro de datos, según una realización de la presente invención;
- la figura 1B ilustra una vista desde arriba del bastidor rack de la figura 1A, según una realización de la presente invención;
- 50
- la figura 2A ilustra una vista desde arriba de una carcasa que proporciona una refrigeración por película líquida a los componentes de generación de calor, según una realización de la presente invención;
- la figura 2B ilustra una vista recortada desde arriba de la carcasa que proporciona la refrigeración por película líquida a los componentes de generación de calor, según una realización de la presente invención;

la figura 2C ilustra una vista frontal de la carcasa que proporciona la refrigeración por película líquida a los componentes de generación de calor, según una realización de la presente invención;

la figura 2D ilustra una vista recortada lateral de la carcasa que proporciona la refrigeración por película líquida a los componentes de generación de calor, según una realización de la presente invención; y

- 5 la figura 2E ilustra un método de pulverización de suministro de un líquido sobre los componentes de generación de calor en la carcasa, según una realización de la presente invención.

Otros ámbitos de aplicación de la presente invención resultarán evidentes a partir de la descripción detallada que se ofrece a continuación. Debe entenderse que la descripción detallada de las realizaciones a modo de ejemplo tiene únicamente fines ilustrativos y, por tanto, no pretende limitar necesariamente el alcance de la invención.

10 **Descripción detallada**

La presente invención se comprende mejor con referencia a las figuras detalladas y a la descripción expuesta en el presente documento. A continuación se describen diversas realizaciones con referencia a las figuras. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que las descripciones detalladas que se proporcionan en el presente documento con respecto a las figuras son simplemente con fines explicativos, ya que los métodos y sistemas pueden extenderse más allá de las realizaciones descritas. En un ejemplo, las enseñanzas presentadas y las necesidades de

- 15 una aplicación particular pueden dar lugar a múltiples enfoques alternativos y adecuados para implementar la funcionalidad de cualquier detalle descrito en el presente documento. Por tanto, cualquier enfoque puede extenderse más allá de las opciones de implementación particulares en las siguientes realizaciones que se describen y muestran.

20 Las referencias a "una realización", "otra realización", "todavía otra realización", "un ejemplo", "otro ejemplo", "todavía otro ejemplo", "por ejemplo", etc., indican que la(s) realización(es) o ejemplo(s) descritos pueden incluir un rasgo, estructura, característica, propiedad, elemento o limitación particular, pero que no todas las realizaciones o ejemplos incluyen necesariamente ese rasgo, estructura, característica, propiedad, elemento o limitación particular. Además, el uso repetido de la frase "en una realización" no se refiere necesariamente a la misma realización.

25 El líquido utilizado en la presente invención es un fluido dieléctrico, como un hidrofluorocarbono (HFC) o un hidrofluoroéter (HFE). El líquido es no conductor, no corrosivo, de baja tensión superficial, baja temperatura y fluido de transición de fase. El fluido dieléctrico puede utilizarse en contacto directo con los componentes de generación de calor, como unidades de procesamiento central (CPU), unidades de procesamiento gráfico (GPU), módulos de memoria y dispositivos de alimentación sin cortocircuitar las conexiones eléctricas. Entre los ejemplos del fluido dieléctrico se incluyen HFE-7000 y HFE-7100 (así como HFE-7200, HFE-7300, HFE-7500 y HFE-7600) que están disponibles comercialmente como fluidos de ingeniería Novec de la empresa 3M con sede en Mapleton, Minnesota.

30 Otra marca común del fluido dieléctrico es un perfluorocarbono fabricado por 3M bajo la marca registrada federal Fluorinert. Fluorinert es una marca que representa a una familia de fluidos de perfluorocarbono. Cada fluido perfluorocarbono tiene propiedades de cambio de fase únicas. Fluorinert 5060 es ideal para muchas aplicaciones de refrigeración, ya que cambia de fase de líquido a vapor en el intervalo de 50 grados C. a presiones estándar. Otros grados pueden ser más adecuados que otros para una aplicación concreta. La presente invención no debe interpretarse como limitada a Novec y Fluorinert como fluidos dieléctricos. También pueden utilizarse otros fluidos dieléctricos dentro del alcance de la invención.

35 La figura 1 A ilustra un bastidor 100 rack en un centro de datos (no mostrado) y la figura 1B ilustra una vista desde arriba del bastidor 100 rack de la figura 1A, según una realización de la presente invención. El centro de datos puede alojar varios tipos de servidores (no mostrados), tales como servidores en la nube, servidores dedicados, o similares. El bastidor 100 rack tiene soportes 102 verticales y estantes 104a-104d horizontales colocados equidistantemente en los que pueden montarse las carcassas 106a-106h. En una realización, el bastidor 100 rack está hecho de metales tales como acero, aluminio o similares. Una primera carcasa 106a de las carcassas 106a-106h incluye un conjunto de cassetes que contienen los componentes de generación de calor, y un sistema de refrigeración para proporcionar refrigeración por película líquida a los componentes de generación de calor. La primera carcasa 106a es autónoma, es decir, la primera carcasa 106a incluye todos los componentes necesarios para proporcionar la refrigeración por película líquida a los componentes de generación de calor alojados dentro de la primera carcasa 106a. La primera carcasa 106a permite el acceso al conjunto de cassetes. La primera carcasa 106a puede montarse en cualquier bastidor rack estándar de centro de datos. El bastidor 100 rack ilustra cuatro estantes 104a-104d para proporcionar claridad y comprensión de la invención y no debe considerarse como la implementación exacta del bastidor 100 rack. Un experto en la técnica entenderá que el bastidor 100 rack puede tener más de cuatro estantes 104a-104d y, por tanto, puede alojar más de ocho carcassas 106a-106h.

- Como se muestra en la figura 1B, el bastidor 100 rack tiene dos carcasa, incluyendo la primera carcasa 106a y la segunda carcasa 106b, montadas en el estante 104a. En otra realización, el bastidor 100 rack incluye más de dos carcasa montadas en el estante 104a. Las carcasa 106a y 106b primera y segunda pueden montarse en el bastidor 100 rack de tal manera que la primera carcasa 106a sea accesible desde un extremo 108 delantero del bastidor 100 rack y la segunda carcasa 106b sea accesible desde un extremo 110 trasero del bastidor 100 rack. En una realización, las carcasa 106a-106b tienen una serie de orificios incrustados que permiten montar las carcasa 106a-106b en los estantes 104a-104d del bastidor 100 rack mediante pernos. En una realización, el bastidor 100 rack incluye puertas primera y segunda (no mostradas) en los extremos 108 y 110 delantero y trasero del bastidor 100 rack, respectivamente. En una realización, las carcasa 106a-106b están hechas de acero, aluminio, y similares.
- Las figuras 2A a 2D ilustran varias vistas de una carcasa 200 que proporciona refrigeración por película líquida a los componentes de generación de calor. La figura 2A ilustra una vista desde arriba, la figura 2B ilustra una vista recortada desde arriba, la figura 2C ilustra una vista frontal y la figura 2D ilustra una vista recortada lateral de la carcasa 200, según una realización de la presente invención. La carcasa 200 es estructural y funcionalmente similar a las carcasa 106a-106b de la figura 1A. La carcasa 200 incluye un chasis 202 (mostrado en las figuras 2A, 2C, y 2D) y un sistema de refrigeración que tiene un sumidero 204 (mostrado en la figura 2D), una primera bomba 206 (mostrada en las figuras 2B a 2D), un sistema 208 de tuberías (mostrado en las figuras 2B y 2D), un conjunto de placas 210a-210b tubulares (mostradas en las figuras 2A y 2D), y un intercambiador 212 de calor (mostrado en las figuras 2B y 2D). En este caso, el sistema de refrigeración es un sistema de refrigeración por pulverización directa.
- El chasis 202 aloja un sistema 214 de casete intercambiable en caliente (mostrado en la figura 2C) y una panel 216 trasero (mostrado en la figura 2D). El panel 216 trasero está montado en un extremo trasero del chasis 202. El sistema 214 de casete intercambiable en caliente contiene un conjunto de cassetes 218a-218m (mostrados en la figura 2C), cables de interconexión que conectan el conjunto de cassetes 218a-218m a varios componentes incrustados en una placa de circuito (no mostrada), y un conjunto de conectores de panel trasero (no mostrados) para conectar el correspondiente conjunto de cassetes 218a-218m al panel 216 trasero. Cada casete del conjunto de cassetes 218a-218m contiene un conjunto de placas de circuito (no mostradas) que alojan los componentes de generación de calor. Los componentes de generación de calor pueden incluir, entre otros, procesadores informáticos (por ejemplo, procesadores para la minería de bitcoin), procesadores gráficos, microprocesadores, servidores blade, placas de circuitos, memoria, tarjetas de video, dispositivos de alimentación o similares. La presente invención no debe interpretarse como limitada a un único tipo de sistema de generación de calor. Cada casete del conjunto de cassetes 218a-218m está montado verticalmente y unido de forma deslizante al chasis 202. Cada casete del conjunto de cassetes 218a-218m puede deslizarse dentro del chasis 202 y puede ser fácilmente accedido y retirado del chasis 202 para su mantenimiento rutinario. El chasis 202 tiene un armazón robusto con una pluralidad de ranuras. Cada ranura de la pluralidad de ranuras corresponde a un casete del conjunto de cassetes 218a-218m. Cada casete del conjunto de cassetes 218a-218m se desliza por unos rieles dentro de cada ranura. Los rieles ayudan a alinear el conjunto de cassetes 218a-218m con el panel 216 trasero. En una realización, el chasis 202 está hecho de al menos uno de acero de carbono, aleaciones de aluminio, cobre, o similares. El chasis 202 dispone de un mecanismo de bloqueo para mantener el conjunto de cassetes 218a-218m en las ranuras respectivas. El mecanismo de bloqueo garantiza que el conjunto de cassetes 218a-218m se mantenga en su lugar una vez colocado en el chasis 202 y no se desplace fuera de su sitio. El mecanismo de bloqueo incluye cerraduras mecánicas, cerraduras eléctricas, pestillos o similares.
- Como se muestra en la figura 2C, el sistema 214 de casete intercambiable en caliente contiene además una primera fuente 220a de alimentación para suministrar energía a los componentes de generación de calor. El sistema 214 de casete intercambiable en caliente contiene además una segunda fuente 220b de alimentación para suministrar energía a los componentes de generación de calor cuando la primera fuente 220a de alimentación no está operativa. El uso de una fuente de alimentación redundante, como la segunda fuente 220b de alimentación, garantiza que no haya ausencia o escasez de energía para los componentes de generación de calor. En cualquier momento, solo una de las fuentes 220a y 220b de alimentación primera y segunda está operativa. Las fuentes 220a y 220b de alimentación primera y segunda tienen alojamientos 222a y 222b de puerto de conector de alimentación primero y segundo, respectivamente, para montar fuentes de alimentación externas.
- El sistema 214 de casete intercambiable en caliente contiene además commutadores 224a y 224b de red primero y segundo para proporcionar conectividad de red externa. Los commutadores 224a y 224b de red primero y segundo conectan el sistema 214 de casete intercambiable en caliente a una red de área local o a Internet. Los commutadores 224a y 224b de red primero y segundo tienen alojamientos 226a y 226b de puerto de conector de red primero y segundo, respectivamente, para montar commutadores de red externos.
- El panel 216 trasero conecta varios componentes del chasis 202, como el conjunto de cassetes 218a-218m, las fuentes 220a y 220b de alimentación primera y segunda, y los commutadores 224a y 224b de red primero y segundo, en conjunto. Las fuentes 220a y 220b de alimentación primera y segunda y los commutadores 224a y 224b de red primero y segundo están conectados al panel 216 trasero por medio del conjunto de conectores de panel trasero. De este

modo, los componentes de generación de calor situados en el interior del conjunto de cassetes 218a-218m reciben energía procedente de las fuentes 220a y 220b de alimentación primera y segunda a través del panel 216 trasero. El panel 216 trasero también facilita la conectividad de red entre el conjunto de cassetes 218a-218m y los commutadores 224a y 224b de red primero y segundo. El panel 216 trasero puede fijarse al chasis 202 por medio de separadores y sujetadores de uso común (no mostrados). El chasis 202 incluye además pasadores de bisagra de chasis (no mostrados) para montar el chasis 202 en la carcasa 200.

Como se muestra en la figura 2D, la parte inferior de la carcasa 200 está diseñada para formar el sumidero 204 para alojar el líquido que se utiliza para absorber el calor de los componentes de generación de calor. En una realización, la primera bomba 206 (mostrada en las figuras 2B, 2C, y 2D) se coloca cerca de la parte inferior de la carcasa 200 para extraer el líquido fuera del sumidero 204. La carcasa 200 incluye un primer alojamiento 228 de bomba (mostrada en la figura 2D) para alojar la primera bomba 206. La primera bomba 206 tiene un acoplamiento 230a de entrada (mostrado en la figura 2B) a través del cual la primera bomba 206 está conectada al sumidero 204. El líquido entra en la primera bomba 206 a través del acoplamiento 230a de entrada. La primera bomba 206 tiene además un acoplamiento 232a de salida (mostrado en la figura 2B) mediante el cual la primera bomba 206 está conectada al sistema 208 de tuberías para suministrar el líquido extraído del sumidero 204 a los componentes de generación de calor. La primera bomba 206 puede estar ubicada dentro o fuera del sumidero 204 para extraer el líquido del sumidero 204. En un ejemplo, la primera bomba 206 es una bomba centrífuga. Será evidente para un experto en la técnica que la bomba centrífuga es un ejemplo de un tipo de bomba que puede utilizarse para extraer líquido y cualquier otro tipo de bomba que extraiga líquido también puede utilizarse en la presente invención.

La carcasa 200 incluye además una segunda bomba 234 (mostrada en las figuras 2B y 2C) que es similar a la primera bomba 206 en funcionamiento. En una realización, la primera bomba 206 y la segunda bomba 234 están situadas a una distancia predeterminada entre sí. La segunda bomba 234 tiene un acoplamiento 230b de entrada (mostrado en la figura 2B) mediante el cual la segunda bomba 234 está conectada al sumidero 204. El líquido entra en la segunda bomba 234 a través del acoplamiento 230b de entrada. La segunda bomba 234 tiene además un acoplamiento 232b de salida (mostrado en la figura 2B) mediante el cual la segunda bomba 234 se conecta al sistema 208 de tuberías para suministrar el líquido extraído del sumidero 204 a los componentes de generación de calor. La carcasa 200 incluye un segundo alojamiento de bomba (no mostrado) para alojar la segunda bomba 234. La segunda bomba 234 se encuentra dentro o fuera del sumidero 204. La segunda bomba 234 funciona como una bomba redundante que se utiliza para proporcionar el líquido cuando la primera bomba 206 no está operativa. En una realización, las bombas 206 y 234 primera y segunda pueden funcionar simultáneamente. Los acoplamientos 230a y 232a de entrada y salida de la primera bomba 206 facilitan la extracción de la primera bomba 206 del primer alojamiento 228 de bomba. Del mismo modo, los acoplamientos 230b y 232b de entrada y salida de la segunda bomba 234 facilitan la extracción de la segunda bomba 234 del segundo alojamiento de bomba. Por tanto, las bombas 206 y 234 primera y segunda son fácilmente desmontables para su mantenimiento.

El sistema 208 de tuberías incluye un conjunto de tuberías que se extienden a varias partes de la carcasa 200 para proporcionar el líquido. El conjunto de tuberías está hecho de aluminio, cobre, plástico, polimerización de cloruro de vinilo (PVC), o similares. El sistema 208 de tuberías está conectado a las bombas 206 y 234 primera y segunda para recibir el líquido extraído del sumidero 204. El sistema 208 de tuberías incluye una primera válvula 236a de reflujo (mostrada en la figura 2B) conectada entre el acoplamiento 232a de salida de la primera bomba 206 y el sistema 208 de tuberías, y una segunda válvula 236b de reflujo (mostrada en la figura 2B) conectada entre el acoplamiento 232b de salida de la segunda bomba 234 y el sistema 208 de tuberías. Las válvulas 236a y 236b de reflujo primera y segunda impiden que el líquido circule de vuelta a través de las bombas 206 y 234 primera y segunda, respectivamente, cuando una o ambas de las bombas 206 y 234 primera y segunda no está operativa. Por ejemplo, cuando la primera bomba 206 está operativa y la segunda bomba 234 no está operativa, la segunda válvula 236b de reflujo garantiza que el líquido no circule de vuelta al sumidero 204 por medio de la segunda bomba 234. Del mismo modo, cuando la segunda bomba 234 está operativa y la primera bomba 206 no está operativa, la primera válvula 236a de reflujo garantiza que el líquido no circule de vuelta al sumidero 204 a través de la primera bomba 206.

El conjunto de placas 210a-210o tubulares está unido al sistema 208 de tuberías para recibir el líquido. En una realización, el conjunto de placas 210a-210o tubulares está hecho de aluminio. Será evidente para los expertos en la técnica que el conjunto de placas 210a-210o tubulares puede estar hecho de cualquier material que pueda hacer circular el líquido. El conjunto de placas 210a-210o tubulares está en comunicación fluida con el sistema 208 de tuberías a través de un colector 238 (mostrado en las figuras 2A y 2B). El tamaño del colector 238 se ajusta para mantener una presión uniforme y la distribución del líquido al conjunto de placas 210a-210o tubulares. En una realización, un conjunto de placas frías (no mostradas) con orificios incrustados en las mismas puede usarse en lugar del conjunto de placas 210a-210o tubulares.

El chasis 202 está diseñado de tal manera que cada placa tubular del conjunto de placas 210a-210o tubulares se coloca entre dos cassetes del conjunto de cassetes 218a-218m. Además, la dimensión de cada placa tubular es tal que

cada tubo puede colocarse entre dos casetes del conjunto de casetes 218a-218m en el interior del chasis 202. Por ejemplo, una primera placa 210a tubular se coloca entre los casetes primero y segundo del conjunto de casetes 218a y 218b en el interior del chasis 202. Las dimensiones del conjunto de placas 210a-210o tubulares se tienen en cuenta al diseñar el chasis 202.

- 5 En la figura 2D, la primera placa 210a tubular incluye un colector 240 de pulverización (mostrado en la figura 2D) y un conjunto de tubos 242 de pulverización (mostrados en la figura 2D) que está unido al colector 240 de pulverización. El conjunto de tubos 242 de pulverización incluye tubos de pulverización verticales en comunicación fluida con el colector 240 de pulverización y tubos de pulverización horizontales en comunicación fluida con los tubos de pulverización verticales. El líquido circula por el interior del conjunto de tubos 242 de pulverización. Cada tubo de pulverización del conjunto de tubos 242 de pulverización tiene boquillas 244 (mostradas en la figura 2D) incrustadas en el mismo. El tamaño y número de boquillas 244 puede variar dependiendo de la cantidad de líquido requerido para absorber el calor generado por los componentes de generación de calor. El calor generado por los componentes de generación de calor puede absorberse por la primera placa 210a tubular por radiación, ya que la primera placa 210a tubular se encuentra a una temperatura inferior en comparación con los componentes de generación de calor. El calor se transfiere además al líquido que circula dentro del conjunto de tubos 242 de pulverización de la primera placa 210a tubular. El conjunto de tubos 242 de pulverización utiliza un método de pulverización para pulverizar el líquido directamente sobre los componentes de generación de calor por medio de las boquillas 244. Las boquillas 244 están diseñadas y colocadas de manera que pueden suministrar eficazmente el líquido sobre toda la superficie de los componentes de generación de calor. El conjunto de tubos 242 de pulverización tiene boquillas 244 incrustadas en ambos lados y, por tanto, pulverizan directamente el líquido sobre un lado del primer casete y sobre el otro lado del segundo casete. Por ejemplo, la primera placa 210a tubular pulveriza el líquido sobre un lado delantero del primer casete y sobre un lado trasero del segundo casete. El método de pulverización del líquido se explica en detalle en la figura 2E.

En las zonas del interior del casete ocupadas por componentes que generan mucho calor, como los procesadores, el número de tubos 242 de pulverización necesarios es mayor que en las zonas ocupadas por componentes que generan poco calor. Esto aumenta la velocidad de flujo del líquido, y aumenta aún más la cantidad de líquido pulverizado sobre los componentes de generación de calor. La carcasa 200 incluye además válvulas 246 de derivación (mostradas en la figura 2A) para cada placa tubular con el fin de controlar el flujo de líquido en el conjunto de placas 210a-210o tubulares. Las válvulas 246 de derivación están conectadas entre el colector 238 y las placas 210a-210o tubulares correspondientes. Por ejemplo, una válvula 246 de derivación detiene el flujo de líquido en la primera placa 210a tubular durante la extracción de los casetes del chasis 202.

El líquido forma una fina película sobre las superficies de los componentes de generación de calor debido a su baja tensión superficial. El líquido, al entrar en contacto con los componentes de generación de calor, se evapora en vapores. El conjunto de placas 210a-210o tubulares condensa además los vapores en un líquido condensado cuando los vapores entran en contacto con el conjunto de placas 210a-210o tubulares. El vapor condensado forma gotitas que caen al sumidero 204 por efecto de la gravedad. Por tanto, la función de cada placa tubular del conjunto de placas 210a-210o tubulares es doble. En primer lugar, la primera placa 210a tubular actúa como un tubo de pulverización y pulveriza el líquido sobre los componentes de generación de calor dentro del conjunto de casetes 218a-218m y, en segundo lugar, la primera placa 210a tubular ayuda en la condensación de los vapores que se forman cuando el líquido entra en contacto con los componentes de generación de calor.

El intercambiador 212 de calor está situado por encima del sumidero 204 y por debajo del chasis 202. El intercambiador 212 de calor se extiende por toda la superficie del chasis 202. La función del intercambiador 212 de calor es condensar los vapores de vuelta al líquido condensado. Por tanto, en la carcasa 200, la primera placa 210a tubular y el intercambiador 212 de calor proporcionan la condensación de los vapores en el líquido condensado. En un ejemplo, la primera placa 210a tubular es un condensador de placas y el intercambiador 212 de calor es un condensador de aletas. El intercambiador 212 de calor es un serpentín condensador que incluye tubos por los que circula agua a temperatura ambiente. Cuando los vapores entran en contacto con el intercambiador 212 de calor, el calor de los vapores se transfiere al agua que circula por el interior del intercambiador 212 de calor. El agua calentada se transfiere a un sistema externo centralizado de refrigeración de intercambiador de calor (no mostrado) situado fuera de la carcasa 200, donde se enfriá mediante ventiladores, temperatura ambiente del aire, elementos de refrigeración, y similares, y el agua enfriada circula de nuevo al intercambiador 212 de calor.

El sistema de refrigeración por intercambiador de calor externo centralizado incluye tuberías colectoras de circulación (no mostradas) que transportan agua refrigerada entre el sistema de refrigeración por intercambiador de calor externo centralizado y los bastidores rack, como el bastidor 100 rack. Cada bastidor rack, como el bastidor 100 rack, tiene las tuberías del colector de circulación discurriendo por las esquinas y están conectadas a cada carcasa, como las carcasa 106a-106h, por medio de válvulas de liberación rápida, tales como los acoplamientos 248 y 250 de entrada y salida de agua (mostradas en las figuras 2B y 2C). El agua enfriada procedente del sistema de refrigeración del

intercambiador de calor externo centralizado entra al intercambiador 212 de calor por medio del acoplamiento 248 de entrada de agua y el agua calentada se transfiere al sistema de refrigeración del intercambiador de calor externo centralizado por medio del acoplamiento de salida de agua 250. De este modo, se elimina el calor de los componentes de generación de calor.

- 5 La carcasa 200 puede incluir además un sistema de recuperación de vapor (no mostrado) para garantizar una condensación eficiente a diversas temperaturas y presiones. Por ejemplo, cuando la presión de vapor dentro del chasis 202 excede un primer valor umbral predeterminado, el sistema de recuperación de vapor acelera el movimiento de los vapores hacia el intercambiador 212 de calor, ayudando de este modo a la condensación de los vapores. El sistema de recuperación de vapor puede acelerar el movimiento de los vapores hacia el intercambiador 212 de calor mediante
10 la creación de una succión entre el chasis 202 y el intercambiador 212 de calor. Esto evita la acumulación de presión de vapor en el interior del chasis 202.

La carcasa 200 incluye además filtros (no mostrados) para limpiar el líquido y desecadores (no mostrados) para eliminar o deshidratar el líquido y evitar que se obstruya y ensucie. Los filtros y desecadores se colocan estratégicamente en el interior de la carcasa 200. En una realización, los filtros y desecadores están conectados entre el acoplamiento 232a de salida de la primera bomba 206 y la primera válvula 236a de reflujo. Además, los filtros y desecadores están conectados entre el acoplamiento 232b de salida de la segunda bomba 234 y la segunda válvula 236b de reflujo. En otra realización, los filtros y desecadores están conectados entre el sistema 208 de tuberías y el colector 238.

20 La carcasa 200 incluye además un panel 252 de acceso frontal (mostrado en la figura 2D) que está situado en un extremo frontal de la carcasa 200. La carcasa 200 está sellada herméticamente para evitar que los vapores del líquido salgan de la carcasa 200. El panel 252 de acceso frontal permite una fácil extracción del conjunto de cassetes 218a-218m del chasis 202 durante labores de mantenimiento rutinario. El panel 252 de acceso frontal permite además añadir y retirar otros componentes de la carcasa 200, como las fuentes 220a y 220b de alimentación primera y segunda.

25 La carcasa 200 incluye además un cartucho 254 (mostrado en la figura 2D) situado en un extremo frontal superior de la carcasa 200. El cartucho 254 purga los gases no vaporizados fuera de la carcasa 200 y evita que los vapores se ventilen fuera de la carcasa 200. El material de un medio de filtrado presente dentro del cartucho 254 evita que los vapores se ventilen fuera de la carcasa 200. El cartucho 254 permite la expansión y contracción del aire desde el interior de la carcasa 200 hacia el exterior de la carcasa 200, y viceversa. Al impedir que los vapores se ventilen al exterior de la carcasa 200 y permitir al mismo tiempo la expansión y contracción del aire, se evita la pérdida de vapores y, por tanto, se reducen los costes de sustitución. La ausencia del cartucho 254 provocaría que los gases, incluidos tanto los vapores como el aire, quedaran atrapados en el interior de la carcasa 200. Esto requeriría que la carcasa 200 fuera una contención presurizada, lo que lo convertiría en un asunto costoso. Para permitir la expansión y contracción de los vapores sin necesidad de un mecanismo de control de presión adicional o innecesario, es necesario 30 ventilar los gases, excepto los vapores, fuera de la carcasa 200. El cartucho 254 es, por tanto, esencialmente un filtro que permite el paso de aire en ambos sentidos y garantiza que los gases innecesarios se ventilen fuera de la carcasa 200, al tiempo que bloquea el paso de los vapores fuera de la carcasa 200.

35 La carcasa 200 incluye además un sistema 256 de control de gestión (mostrado en las figuras 2B y 2C) que monitoriza y gestiona la carcasa 200 y sus componentes. El sistema 256 de control de gestión incluye sensores (no mostrados) que se utilizan para monitorizar varios parámetros asociados con la carcasa 200. Los datos procedentes de los sensores se utilizan para detectar un mal funcionamiento o un problema dentro de la carcasa 200, y para comunicar el mal funcionamiento o problema detectados a un dispositivo de operario (no mostrado) o a un operario. Los sensores incluyen, entre otros, sensores de temperatura, sensores de flujo, sensores de nivel, sensores de bomba, sensores de humedad, sensores de suciedad, sensores de tensión, acelerómetros, sensores de puerta, sensores de panel trasero, sensores de presión y sensores de humedad y saturación de vapor.

40 Los sensores de temperatura están colocados estratégicamente dentro de la carcasa 200 para medir las temperaturas del líquido, los vapores, el chasis 202, el intercambiador 212 de calor, el agua ambiente, los componentes de generación de calor y las fuentes 220a y 220b de alimentación primera y segunda. Los sensores de flujo miden un volumen de agua que entra en el intercambiador 212 de calor y en el sistema de refrigeración del intercambiador de calor externo centralizado. Los sensores de flujo pueden utilizarse además para medir un volumen de líquido en el interior del conjunto de tubos 242 de pulverización. Los sensores de nivel miden un volumen de líquido dentro del sumidero 204. Los sensores de bomba miden la eficiencia de las bombas 206 y 234 primera y segunda. Los sensores de humedad miden la cantidad de humedad presente en el chasis 202. Los sensores de suciedad determinan la presencia de contaminantes en los filtros. El sensor de tensión mide los parámetros de potencia en las fuentes 220a y 220b de alimentación primera y segunda. Los acelerómetros detectan impactos en la carcasa 200 y el chasis 202, miden las vibraciones y detectan la nivelación del chasis 202. El sensor de puerta detecta si el panel 252 de acceso

frontal está abierto. Los sensores de panel trasero determinan la presencia de un casete en el chasis 202 y la energía consumida por el casete. Los sensores de presión determinan la presión dentro del chasis 202. Los sensores de humedad y saturación de vapor miden la cantidad de vapor presente en el chasis 202.

El número de sensores depende del nivel de precisión deseado en el control y monitorización de la carcasa 200. Los 5 sensores pueden estar situados tanto en los componentes como dentro de los mismos, por ejemplo dentro del sumidero 204, para controlar los estados y proporcionar los datos al sistema 256 de control de gestión. Los datos obtenidos de los sensores permiten a la carcasa 200 mejorar su rendimiento, eficiencia, precisión y estabilidad. El aumento del número de sensores permite controlar el funcionamiento del sistema de refrigeración empleado en la 10 carcasa 200 dentro de un rango operativo más estrecho, lo que puede mejorar el rendimiento, la eficiencia, la precisión y la estabilidad. La disminución del número de sensores puede reducir el coste y la complejidad del sistema de refrigeración.

El sistema 256 de control de gestión incluye además circuitos de procesamiento (no mostrados) que reciben los datos 15 de los sensores. Cada sensor puede estar conectado eléctrica o inalámicamente a los circuitos de procesamiento. Tras la detección o indicación de un mal funcionamiento dentro de la carcasa 200, los circuitos de procesamiento pueden estar configurados para notificar al operario. Los circuitos de procesamiento pueden estar configurados para enviar alarmas y alertas a través del servicio de mensajes cortos (SMS), correo electrónico (E-mail), protocolo simple de gestión de redes (SNMP) y alarmas sonoras al operario para alertarle del mal funcionamiento o del problema. Las 20 alarmas o alertas incluyen detalles específicos asociados al mal funcionamiento, lo que incluye información registrada por los sensores conectados a los circuitos de procesamiento. Las alarmas o alertas también incluyen un número de pieza asociado con el componente que probablemente ha fallado para permitir al operario determinar inmediatamente si la pieza existe en el inventario local. Si la pieza no existe, el operario puede pedir una pieza de repuesto a un proveedor lo antes posible. Las alarmas o alertas, y cualquier dato relacionado con el mal funcionamiento, pueden almacenarse en un medio legible por ordenador (por ejemplo, una memoria) y/o transmitirse a un fabricante del sistema para fines de control de calidad, garantía y/o retirada.

25 Los circuitos de procesamiento incluyen uno o más microcontroladores, microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSP), matrices de puertas programables en campo (FPGA), dispositivos lógicos programables (PLD), circuitos integrados para aplicaciones específicas (ASIC) o similares. En algunos casos, las funciones de los circuitos de procesamiento también pueden realizarse por componentes digitales discretos y/o componentes analógicos discretos. Un experto en la técnica entenderá que los circuitos de procesamiento y/o los sensores pueden incluir otros 30 componentes eléctricos, que incluyen circuitos integrados (IC) y/o componentes discretos.

Los sensores pueden comunicarse con los circuitos de procesamiento mediante comunicación inalámbrica. La 35 comunicación inalámbrica puede llevarse a cabo utilizando uno o más protocolos de comunicación inalámbrica como Bluetooth, Bluetooth de baja energía, ZigBee y/o Wi-Fi. Alternativamente, la comunicación inalámbrica puede implementarse utilizando métodos conocidos de comunicación óptica o por infrarrojos.

40 El uso de sensores permite al operario controlar las necesidades de refrigeración de cada chasis 202 y, por tanto, ayuda a proporcionar una refrigeración dinámica a nivel de chasis. Por tanto, el operario puede iniciar y ajustar el sistema de refrigeración, y luego dejar que el sistema 256 de control de gestión gestione dinámicamente el proceso de refrigeración. En un ejemplo, los datos obtenidos del sensor de nivel son utilizados por el sistema 256 de control de gestión para determinar cuándo el volumen de líquido en el interior del sumidero 204 se encuentra por debajo de un segundo valor umbral predeterminado y enviar una alerta al operario indicando una necesidad de reposición del líquido en el sumidero 204. En otro ejemplo, los datos obtenidos del sensor de nivel se utilizan para determinar cuándo 45 la eficiencia de la primera bomba 206 se encuentra por debajo de un tercer valor umbral predeterminado. El sistema 256 de control de gestión desactiva la primera bomba 206 y activa la segunda bomba 234. Además, con el uso de los sensores, es posible determinar una cantidad de energía utilizada por una carcasa para el proceso de refrigeración.

50 Estos datos pueden utilizarse por el sistema 256 de control de gestión para determinar los costes de refrigeración variables para diferentes carcasa en función del uso de energía correspondiente. Por tanto, una tercera carcasa que utiliza una gran cantidad de energía para eliminar una gran cantidad de calor que genera tendrá un mayor coste de refrigeración que una cuarta carcasa que utiliza una cantidad de energía comparativamente menor.

55 El sistema 256 de control de gestión incluye además un elemento de visualización de cristal líquido (LCD) para visualizar los parámetros del sistema, los mensajes y el estado de funcionamiento. El sistema 256 de control de gestión incluye además puertos de comunicación para controlar los bastidores rack (como el bastidor 100 rack) del centro de datos y los intercambiadores de calor externos, como el sistema de refrigeración del intercambiador de calor externo centralizado.

En funcionamiento, la primera bomba 206 extrae el líquido del sumidero 204 y lo suministra al sistema 208 de tuberías. El sistema 208 de tuberías está conectado al colector que suministra el líquido al conjunto de placas 210a-210o tubulares. Debido a la colocación del conjunto de placas 210a-210o tubulares en el chasis 202, el conjunto de placas

210a-210o tubulares absorbe el calor generado por los componentes de generación de calor mediante radiación. Esto se debe a que el conjunto de placas 210a-210o tubulares se encuentra a una temperatura inferior a la de los componentes de generación de calor. El conjunto de placas 210a-210o tubulares transfiere el calor absorbido al líquido que circula por el interior del conjunto de placas 210a-210o tubulares.

- 5 El conjunto de placas 210a-210o tubulares pulveriza el líquido sobre el conjunto de cassetes 218a-218m. Las boquillas 244 están incrustadas en los tubos 242 de pulverización de manera que un primer conjunto de boquillas 244 pulveriza el líquido en un lado frontal del primer casete y un segundo conjunto de boquillas 244 pulveriza el líquido en un lado trasero del segundo casete. El líquido forma una fina película sobre las superficies de los componentes de generación de calor debido a su baja tensión superficial. La baja tensión superficial del líquido también garantiza que la fina película cubra toda la superficie del casete. El líquido que no se utiliza se recoge en el sumidero 204. La fina película de líquido absorbe el calor de los componentes de generación de calor y se evapora en vapores, eliminando de este modo el calor de los componentes de generación de calor.

- 10 Los vapores formados están presentes en el chasis 202 y se desplazan hacia el conjunto de placas 210a-210o tubulares colocadas delante del conjunto de cassetes 218a-218m. Cuando los vapores entran en contacto con el conjunto de placas 210a-210o tubulares, que se encuentra a una temperatura inferior a la de los vapores, los vapores se condensan en la superficie del conjunto de placas 210a-210o tubulares. El conjunto de placas 210a-210o tubulares se encuentra a una temperatura más baja a medida que el líquido circula por el interior del conjunto de placas 210a-210o tubulares y la temperatura del líquido obtenido del sumidero 204 se mantiene a una temperatura mucho más baja que la de los componentes de generación de calor. Los vapores condensados en la superficie del conjunto de placas 210a-210o tubulares forman gotitas que vuelven a caer en el sumidero 204 como líquido condensado.

- 15 Del mismo modo, los vapores en el interior del chasis 202, que son más densos en peso que el aire seco, se desplazan hacia el intercambiador 212 de calor situado en la parte inferior del chasis 202. El intercambiador 212 de calor se mantiene a una temperatura inferior a la de los vapores gracias al agua a temperatura ambiente que circula dentro del intercambiador 212 de calor. De este modo, cuando los vapores entran en contacto con el intercambiador 212 de calor, el intercambiador 212 de calor absorbe el calor de los vapores y los vapores se condensan en la superficie del intercambiador 212 de calor y vuelven a caer en el sumidero 204 como líquido condensado. El calor absorbido se transfiere al agua a temperatura ambiente y, por tanto, la temperatura del agua aumenta. El agua calentada se transporta por una red de agua hasta el sistema de intercambio de calor externo centralizado situado fuera de la carcasa 200. El sistema de intercambiador de calor externo centralizado utiliza ventiladores, refrigeradores y aire a temperatura ambiente para enfriar el agua calentada expulsando el calor del agua calentada a la atmósfera. El agua enfriada circula de vuelta al intercambiador 212 de calor.

- 20 La circulación del líquido dentro del conjunto de placas 210a-210o tubulares y la circulación del agua a temperatura ambiente dentro del intercambiador 212 de calor tienen sus sistemas de circuito cerrado separados y, por tanto, el líquido y el agua a temperatura ambiente no se mezclan. El líquido no utilizado y el líquido condensado recogidos en el sumidero 204 se reutilizan para la circulación.

- 25 Ahora, se hace referencia a la figura 2E que ilustra el método de pulverización de suministro del líquido sobre los componentes de generación de calor, según una realización de la presente invención. Una segunda placa 210b tubular se coloca entre un tercer casete (no mostrado) y un cuarto casete 218b. Una tercera placa 210c tubular se coloca entre el cuarto casete 218b y un quinto casete 218c. Una cuarta placa 210d tubular se coloca entre el quinto casete 218c y un sexto casete 218d. El conjunto de tubos de pulverización (no mostrados) se incrustan en la cuarta placa 210d tubular de manera que la cuarta placa 210d tubular pulveriza el líquido en un lado frontal del sexto casete 218d y un lado trasero del quinto casete 218c. Será evidente para un experto en la técnica que cada placa tubular del conjunto de placas 210a-210o tubulares, que incluye las placas 210b y 210c tubulares segunda y tercera, realiza funciones similares a la cuarta placa 210d tubular. La pulverización bidireccional del líquido por el conjunto de placas 210a-210o tubulares conlleva una eliminación eficaz del calor de los componentes de generación de calor.

- 30 Será evidente para un experto en la técnica que, aunque la presente invención se refiere al uso de un método de pulverización para suministrar líquido a los componentes de generación de calor, también pueden utilizarse otros métodos como método de suministro en la carcasa 200. En otra realización, puede utilizarse un método de cascada para suministrar el líquido. En el método de cascada, el conjunto de placas 210a-210o tubulares tiene orificios en un extremo superior para suministrar el líquido en un extremo superior del conjunto de cassetes 218a-218m y permitir que la gravedad arrastre el líquido hacia abajo por las superficies del conjunto de cassetes 218a-218m, formando de este modo la película fina. El líquido no utilizado se recoge de nuevo en el sumidero 204.

- 35 Las ventajas específicas de la presente invención incluyen el uso de la carcasa 200 para proporcionar la refrigeración por película líquida a los componentes de generación de calor. La carcasa 200, al estar herméticamente sellada, garantiza que los vapores no escapen a la atmósfera, evitando de este modo su pérdida. Además, cada carcasa montada en el bastidor 100 rack, tiene su propio intercambiador de calor, como el intercambiador 212 de calor. La

presencia del intercambiador 212 de calor dentro de la carcasa 200 garantiza que los vapores formados debido a la evaporación del líquido se condensen rápidamente en el líquido condensado. De este modo, los vapores no tienen que transferirse a un intercambiador de calor situado fuera de la carcasa, como ocurre en las carcasas convencionales. Por tanto, la pérdida de vapores durante la transferencia se reduce al mínimo.

- 5 En las carcasas convencionales, los tubos de pulverización no realizan la doble función que desempeña el conjunto de placas 210a-210o tubulares. Por tanto, las superficies de condensación adicionales son proporcionadas por el conjunto de placas 210a-210o tubulares. El diseño del chasis 202 permite colocar el conjunto de placas 210a-210o tubulares entre el conjunto de cassetes 218a-218m. De este modo, el diseño del chasis 202 y las posiciones de las boquillas 244 en el conjunto de tubos 242 de pulverización garantizan que toda la superficie de los componentes de generación de calor se cubra con líquido y el calor se elimine de manera uniforme de los componentes de generación de calor. Esto evita la creación de puntos calientes. La presencia de componentes como el sumidero 204, las bombas 206 y 234 primera y segunda, y el sistema 208 de tuberías dentro de la carcasa 200 mejora aún más la eficiencia, la estabilidad y el rendimiento de la carcasa 200.
- 10
- 15 El método de refrigeración por película líquida tiene ventajas en comparación con los métodos de refrigeración convencionales, como la refrigeración por aire forzado y la refrigeración por inmersión en líquido. El método de refrigeración por película líquida utiliza una cantidad de energía considerablemente menor para su funcionamiento que la refrigeración por aire forzado. Esto se debe a que el método de refrigeración por película líquida elimina la necesidad de ventiladores, medidas de gestión del aire e infraestructura de refrigeración utilizados en el método de refrigeración por aire forzado y utiliza el intercambiador 212 de calor y el conjunto de placas 210a-210o tubulares para eliminar el calor de los componentes de generación de calor. Esto hace que el método de refrigeración por película líquida sea más económico que la refrigeración por aire forzado. El método de refrigeración por película líquida es considerablemente barato y más ligero en peso que el método de refrigeración por inmersión en líquido, ya que utiliza una pequeña cantidad de líquido. Además, la ausencia de baños de inmersión, utilizados en el método de refrigeración por inmersión, reduce el espacio de suelo necesario y elimina el uso de espardidores de carga.
- 20
- 25 El diseño del chasis 202 y el método de refrigeración por película líquida optimiza el espacio disponible en el bastidor 100 rack y permite montar más de una carcasa en un estante 104a del bastidor 100 rack. Por tanto, el número de servidores u otros componentes de generación de calor montados en el bastidor 100 rack aumenta en comparación con los bastidores rack que montan carcasas convencionales utilizando métodos de refrigeración distintos del método de refrigeración por película líquida. Por ejemplo, si el número de servidores montados en bastidores rack que montan carcasas convencionales es de 192 servidores, entonces el número de servidores montados en el bastidor 100 rack es del orden de 400 a 500 servidores. Además, la carcasa 200 puede instalarse fácilmente en bastidores rack estándar de centros de datos, como el bastidor 100 rack, con pocas modificaciones. La refrigeración dinámica puede implementarse en la carcasa 200 gracias al uso del sistema 256 de control de gestión. El diseño del chasis 202 permite una refrigeración eficaz de los componentes de generación de calor de la carcasa. Además, el diseño del chasis 202 permite un fácil despliegue del sistema de refrigeración en la carcasa 200. La carcasa 200 impide la fuga de vapores del líquido, evitando de este modo la pérdida del líquido.
- 30
- 35

Aunque la presente invención describe el uso del método de refrigeración por pulverización directa y sus diversas ventajas, el alcance de la presente invención no se limita al mismo. En una realización de la presente invención, pueden utilizarse otras formas adicionales de métodos de refrigeración por película líquida, como los métodos de refrigeración por brumosidad y nebulización, como técnicas alternativas al método de refrigeración por pulverización directa. Una diferencia fundamental entre el método de refrigeración por pulverización directa y los métodos de refrigeración por brumosidad y nebulización es el tamaño de las gotitas de líquido. En los métodos de refrigeración por brumosidad y nebulización, el líquido que va a suministrarse se convierte en bruma y neblina, respectivamente. En una realización, pueden utilizarse dispositivos ultrasónicos (no mostrados) para convertir el líquido a suministrar en bruma y neblina. Los métodos de refrigeración por brumosidad y neblina pueden implementarse en la carcasa 200 para enfriar los componentes de generación de calor. El menor tamaño de las gotitas en los métodos de refrigeración por brumosidad y nebulización aumenta la cobertura de la superficie de los componentes de generación de calor que pueden cubrirse con las brumas y la neblina, proporcionando de este modo un método eficaz de recubrimiento completo de las superficies de los componentes de generación de calor. Esto mejora aún más la conversión (es decir, la evaporación) de las brumas y la neblina en vapores, proporcionando de este modo una refrigeración eficiente y eficaz.

Las técnicas coherentes con la presente invención proporcionan, entre otras características, una carcasa para proporcionar refrigeración por película líquida. Aunque varias realizaciones a modo de ejemplo del sistema y método divulgados se han descrito anteriormente, debe entenderse que se han presentado con fines de ejemplo solamente, no limitaciones. No es exhaustivo y no limita la invención a la forma precisa divulgada. Modificaciones y variaciones son posibles en vista de las enseñanzas anteriores o pueden adquirirse a partir de la práctica de la invención, sin alejarse de la amplitud o alcance.

En las reivindicaciones, las palabras "que comprende", "que incluye" y "que tiene" no excluyen la presencia de otros elementos o etapas distintos de los enumerados en una reivindicación. Los términos "un" o "una", tal como se utilizan en el presente documento, se definen como uno/una o más de uno/una. A menos que se indique lo contrario, términos como "primero" y "segundo" se utilizan para distinguir arbitrariamente entre los elementos que dichos términos

5 describen. Por tanto, estos términos no pretenden necesariamente indicar una priorización temporal o de otro tipo de dichos elementos. El hecho de que ciertas medidas se recojan en reivindicaciones mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse de forma ventajosa.

Aunque se han ilustrado y descrito diversas realizaciones de la presente invención, es evidente que la presente invención no se limita únicamente a estas realizaciones. Numerosas modificaciones, cambios, variaciones, sustituciones y equivalentes resultarán evidentes para los expertos en la técnica, sin alejarse del alcance de la presente invención, tal como se describe en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una carcasa (200) para proporcionar refrigeración por película líquida a una pluralidad de componentes de generación de calor, comprendiendo la carcasa (200):
 - un chasis (202);
- 5 una pluralidad de cassetes que están colocados verticalmente y espaciados uno con respecto a otro en el chasis (202), en la que cada casete de la pluralidad de cassetes puede deslizarse dentro y fuera del chasis (202), y en la que un primer casete de la pluralidad de cassetes incluye uno o más componentes de generación de calor de la pluralidad de componentes de generación de calor;
- 10 un sumidero (204) formado debajo de una superficie inferior del chasis (202) para almacenar un líquido que va a suministrarse a la pluralidad de componentes de generación de calor;
 - una primera bomba (206) situada debajo del chasis (202) para extraer el líquido del sumidero (204);
 - un sistema (208) de tuberías para recibir el líquido del sumidero (204) por medio de la primera bomba (206);
 - una pluralidad de placas tubulares conectadas de manera fluida al sistema (208) de tuberías para recibir el líquido, en la que una primera placa (210a) tubular de la pluralidad de placas tubulares está colocada verticalmente entre el primer casete y un segundo casete de la pluralidad de cassetes, y en la que la primera placa (210a) tubular de la pluralidad de placas tubulares pulveriza directamente el líquido sobre el uno o más componentes de generación de calor por medio de boquillas (244) incrustadas en los mismos, y en la que una parte del líquido que se pulveriza sobre el uno o más componentes de generación de calor se recoge en el sumidero (204) debido a la orientación vertical del primer casete y una parte restante del líquido se evapora en vapores al entrar en contacto con el uno o más componentes de generación de calor; y
 - 20 un intercambiador (212) de calor, colocado debajo del chasis (202) para condensar los vapores en líquido condensado al entrar en contacto con el intercambiador (212) de calor, en la que el líquido condensado se recoge en el sumidero (204), y en la que la carcasa (200) está herméticamente sellada para impedir que los vapores del líquido salgan de la carcasa (200).
- 25 2. La carcasa (200) según la reivindicación 1, en la que el chasis (202) aloja una fuente de alimentación para suministrar alimentación al uno o más componentes de generación de calor y un conmutador de red para proporcionar conectividad de red externamente al menos a una red de área local o a Internet.
- 30 3. La carcasa (200) según la reivindicación 2, que comprende además un panel (216) trasero alojado en el extremo trasero del chasis (202) para permitir que la pluralidad de componentes de generación de calor comparta el bus de alimentación y de datos con la fuente de alimentación y el conmutador de red.
- 35 4. La carcasa (200) según la reivindicación 1, en la que el sistema (208) de tuberías está equipado con válvulas antirretorno para evitar que el líquido circule de vuelta a la primera bomba.
5. La carcasa (200) según la reivindicación 1, que comprende además válvulas (246) de derivación que se colocan entre el sistema (208) de tuberías y la pluralidad de placas tubulares para controlar un flujo del líquido en la pluralidad de placas tubulares.
- 35 6. La carcasa (200) según la reivindicación 1, en la que la pluralidad de placas tubulares condensa los vapores que entran en contacto con las mismas en el líquido condensado que se recoge en el sumidero (204).
- 40 7. La carcasa (200) según la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de sensores para supervisar la salud y los parámetros de funcionamiento de la carcasa (200), en la que la pluralidad de sensores incluye al menos uno de un sensor de temperatura, un sensor de flujo, un sensor de bomba, un sensor de humedad, un sensor de suciedad, un sensor de tensión, un acelerómetro, un sensor de puerta, un sensor de panel trasero, un sensor de presión, o sensores de humedad y de saturación de vapor.
8. La carcasa (200) según la reivindicación 7, que comprende además un sistema (256) de control para supervisar y gestionar la carcasa (200) en base a las salidas recibidas de la pluralidad de sensores.

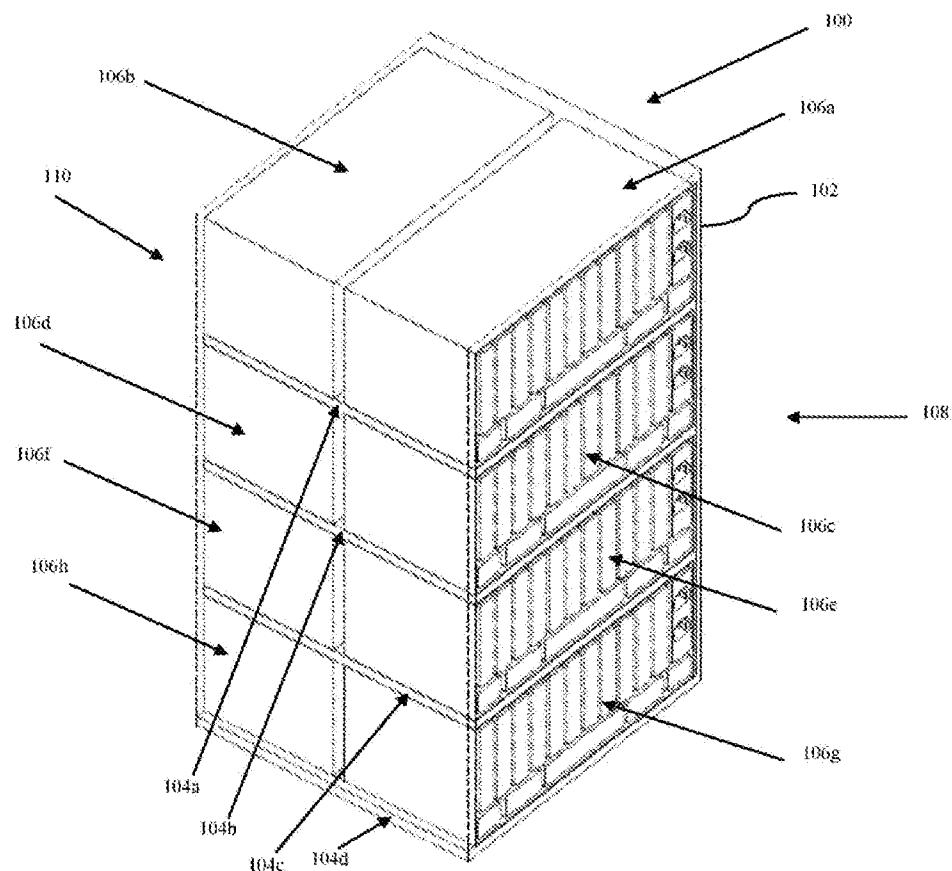


FIG. 1A

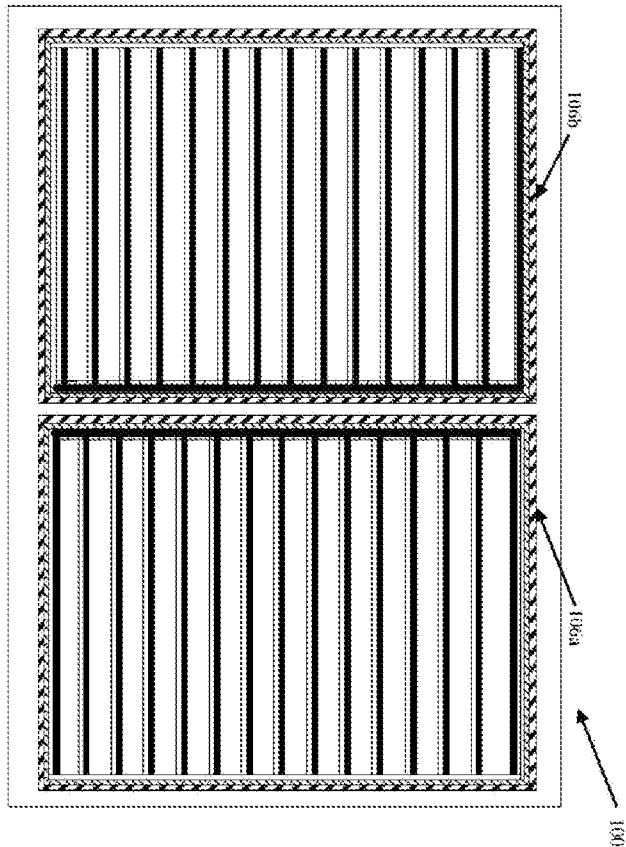


FIG. 1B

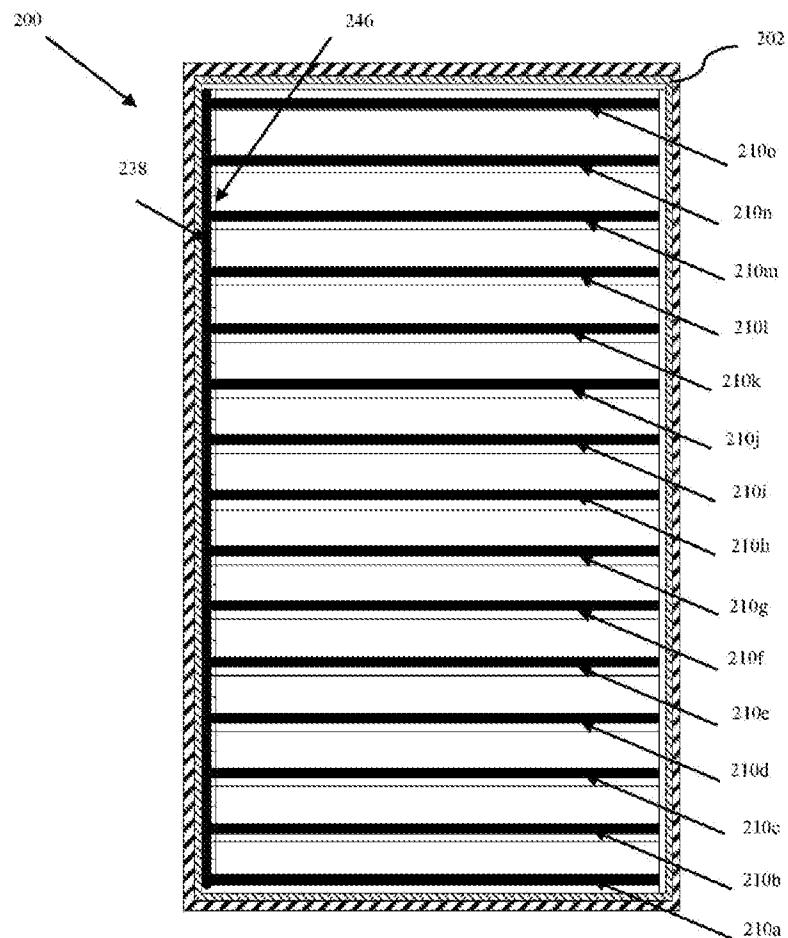


FIG. 2A

ES 2 968 757 T3

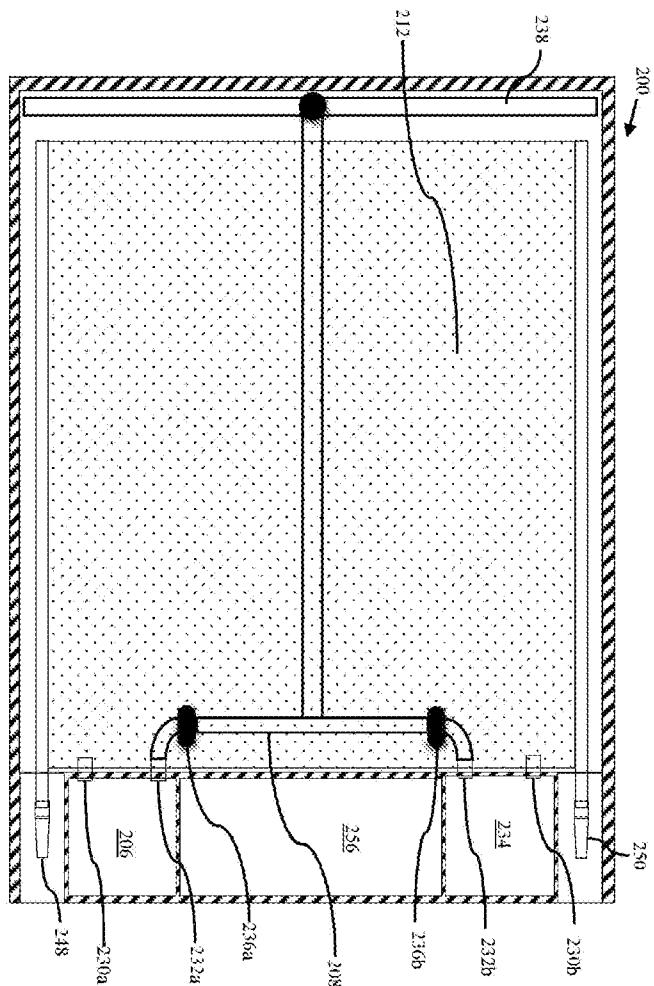


FIG. 2B

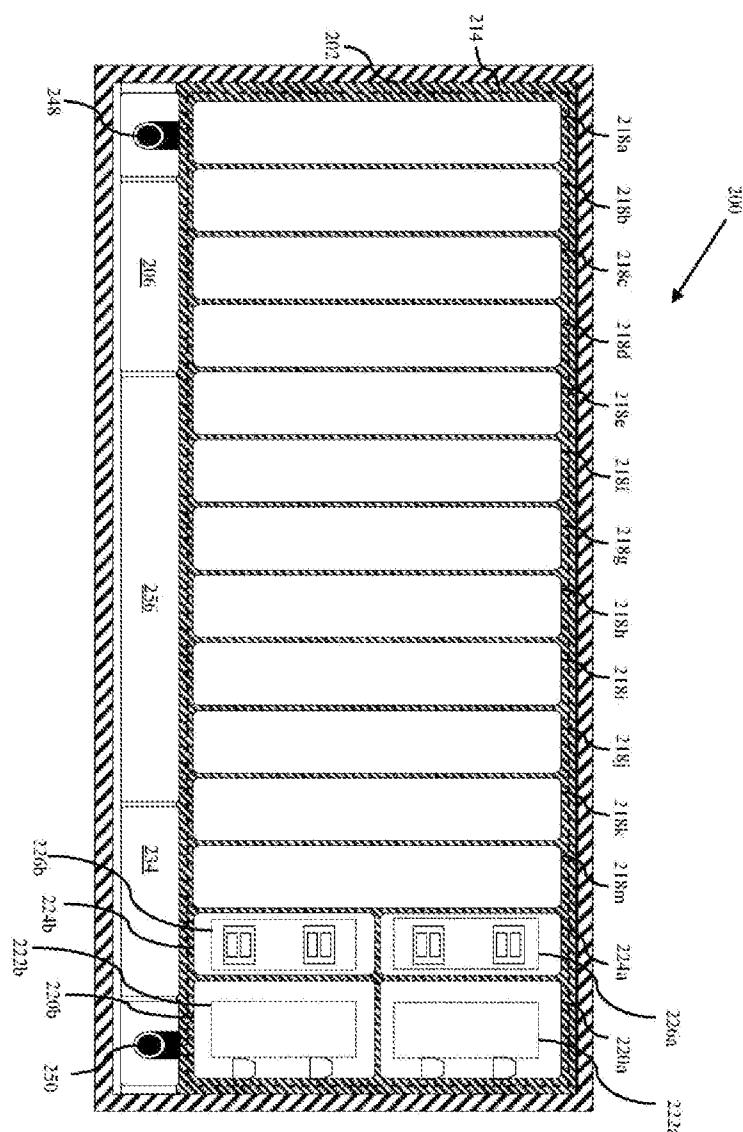


FIG. 2C

ES 2 968 757 T3

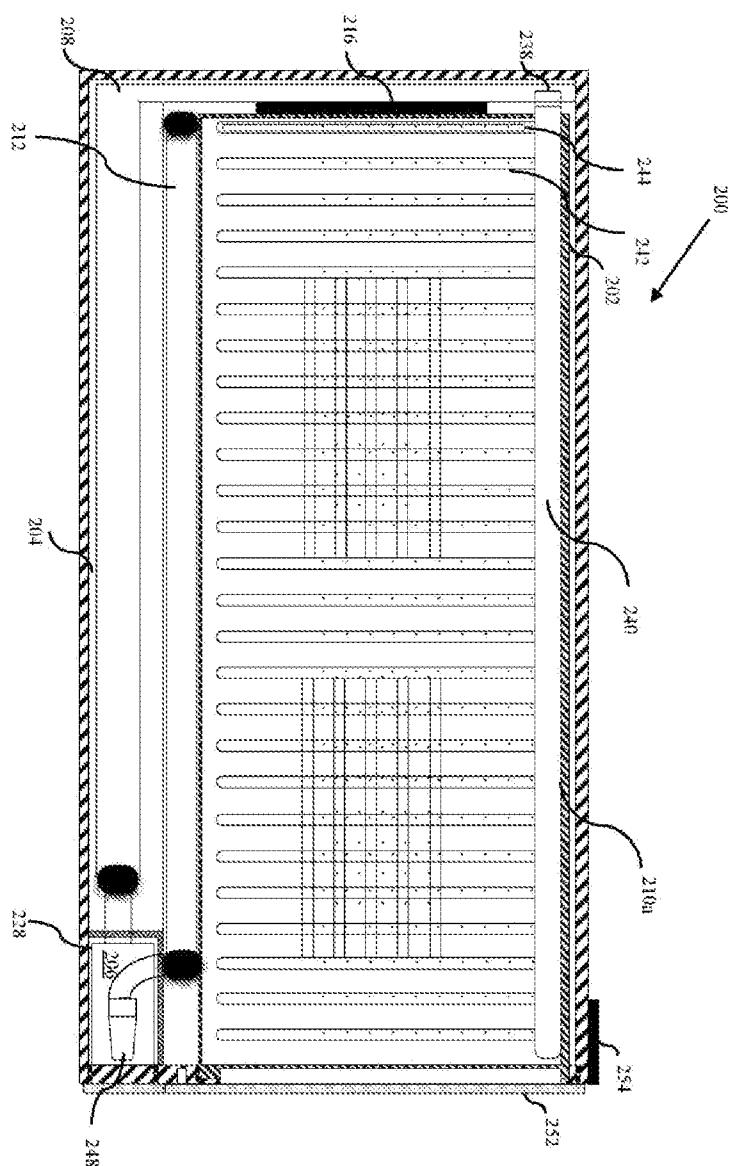


FIG. 2D

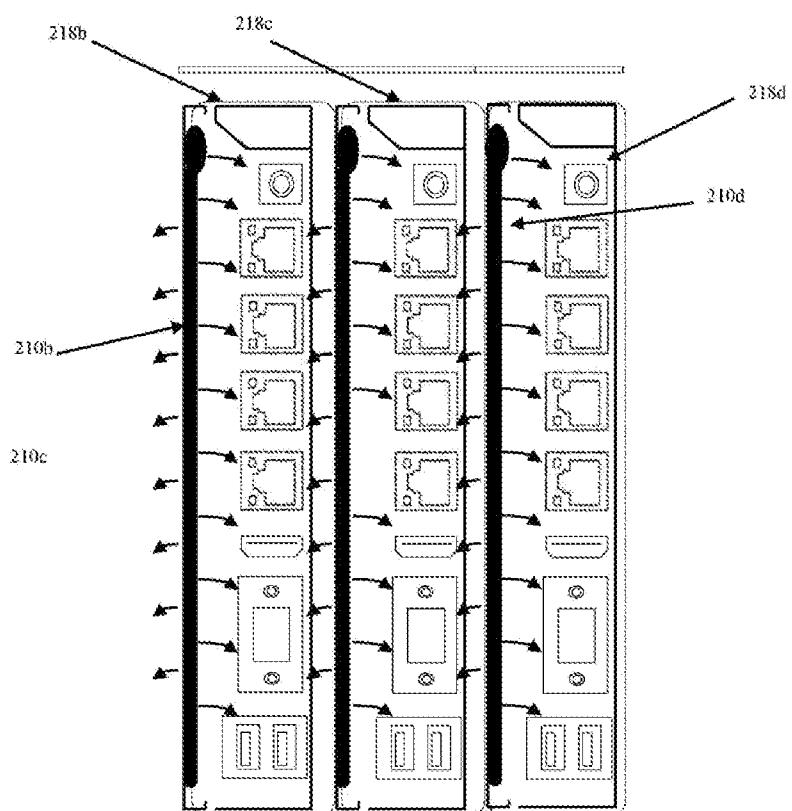


FIG. 2E