(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 694 184**

(51) Int. CI.:

H01L 23/427 (2006.01)
H01L 23/473 (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2015 PCT/US2015/037848**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2016 WO16003779**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2015 E 15739707 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 3162174**

(54) Título: **Centro de datos sumergido en líquido refrigerante**

(30) Prioridad:

30.06.2014 US 201414320019

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.12.2018

(73) Titular/es:

MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC (100.0%)
One Microsoft Way
Redmond, WA 98052-6399, US

(72) Inventor/es:

JAMES, SEAN y
RAWLINGS, TODD ROBERT

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Centro de datos sumergido en líquido refrigerante

ANTECEDENTES

A medida que la informática basada en la nube y los servicios basados también en la nube crecen, es necesario proporcionar centros de datos que presten servicio a los consumidores de los clientes. Los consumidores desean velocidades rápidas (latencia más baja posible) para sus aplicaciones en la nube. Con el fin de satisfacer a los consumidores, es necesario posicionar los centros de datos futuros lo más cerca posible de la clientela. Al mismo tiempo, es necesario tener en cuenta la privacidad, la seguridad, las condiciones medioambientales, la disponibilidad inmobiliaria, el acceso a la energía, el coste de la misma y otros aspectos. El documento WO 2014/120275 describe un tanque de refrigeración por inmersión que contiene servidores. El tanque contiene también fluido refrigerante dieléctrico y puede incluir un intercambiador de calor. El documento US 2013/044426 describe un centro de datos que se despliega en una piscina o corriente de agua.

SUMARIO

Este Sumario se aporta para introducir una selección de conceptos representativos de una manera simplificada y que se describen de forma adicional posteriormente en la Descripción Detallada. Este Sumario no está destinado a identificar características clave o características esenciales de la materia en cuestión reivindicada, ni está destinado a usarse de ninguna manera que limite el alcance de la materia en cuestión reivindicada.

Resumiendo, uno o más de los diversos aspectos de la materia en cuestión que se describe en la presente apuntan a un centro de datos o centro de datos parcial (por ejemplo, un módulo de un centro de datos) sumergido en un fluido refrigerante, el cual puede ser un fluido dieléctrico. Un contenedor rodea y sella el fluido refrigerante y el centro de datos o centro de datos parcial, y un subsistema de transferencia térmica enfría el fluido refrigerante y el centro de datos o centro de datos parcial.

El contenedor puede estar sumergido en agua para proporcionar un centro de datos subacuático. En ese caso, el fluido interno actúa también para igualar o igualar sustancialmente la presión del agua.

A partir de la siguiente descripción detallada, cuando la misma se considere en combinación con los dibujos, pueden llegar a ponerse de manifiesto otras ventajas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se ilustra a título de ejemplo y sin limitaciones en las figuras adjuntas, en las que los números de referencia iguales indican elementos similares, y en las cuales:

La FIGURA 1 es una representación ejemplificativa de un centro o centro de datos parcial (por ejemplo, un módulo de un centro de datos) en el cual se usa un fluido dieléctrico para ayudar a refrigerar los componentes del centro de datos, de acuerdo con una o más implementaciones ejemplificativas.

La FIGURA 2 es una representación ejemplificativa de un centro de datos o centro de datos parcial sumergido, en el cual el fluido que se encuentra en el mismo actúa para igualar la presión del agua externa, de acuerdo con una o más implementaciones ejemplificativas.

La FIGURA 3 es una representación ejemplificativa de cómo puede usarse un fluido refrigerante para sacar calor, por transferencia, de un centro de datos o módulo de centro de datos, de acuerdo con una o más implementaciones ejemplificativas.

Las FIGURAS 4 y 5 son diagramas de bloques que representan, cada uno de ellos, un ejemplo de cómo puede usarse un fluido dieléctrico para refrigerar componentes de un centro de datos, de acuerdo con una o más implementaciones ejemplificativas.

La FIGURA 6 es una representación ejemplificativa de un centro de datos modular que tiene bordes achaflanados para facilitar el sellado de un fluido refrigerante en su interior, y resistencia, por ejemplo para su sumergimiento, de acuerdo con una o más implementaciones ejemplificativas.

La FIGURA 7 es un diagrama de flujo que comprende etapas ejemplificativas que se pueden usar en la inmersión de un centro de datos en un fluido refrigerante, de acuerdo con una o más implementaciones ejemplificativas.

La FIGURA 8 es un diagrama de bloques que representa un centro de datos ejemplificativo refrigerado por gas/fluido circulante y que contiene un dispositivo informático en el cual se pueden implementar uno o más aspectos de varias realizaciones descritas en la presente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Varios aspectos de la tecnología descrita en la presente apuntan en general a la refrigeración de un centro de datos (generalmente unas instalaciones que comprenden recursos informáticos gestionados de manera centralizada y sistemas de soporte relacionados) o un centro de datos parcial (tal como un componente modular que, con otros módulos, constituye un centro de datos), con un fluido dieléctrico. En uno o más aspectos, el centro de datos se puede llenar con el fluido, el cual se puede hacer circular con el fin de refrigerarlo. En aspectos alternativos, el fluido

se puede aplicar (por ejemplo, pulverizar o aplicar por goteo) en los componentes los cuales, a continuación, llevan el fluido a ebullición hasta obtener un vapor que se refrigera nuevamente obteniendo un fluido.

Además, el centro de datos se puede diseñar para sumergirse, por ejemplo, en el suelo marino o el suelo de cualquier masa similar de agua, tal como un lago, un río, una antigua cantera inundada y otros. De esta manera, el centro de datos se puede desplegar relativamente cerca de consumidores actuales y potenciales, y se puede posicionar de manera que se aproveche de la energía sostenible que además es respetuosa con el medioambiente, y aproveche el enorme sumidero de calor proporcionado por el agua.

Si el centro de datos se llena con el fluido, el fluido actuará para igualar la presión del agua, permitiendo que el centro de datos se sumerja en agua muy profunda sin requerir un casco particularmente resistente (metal grueso). Como consecuencia, el casco se puede construir con cualquier material que sea resistente a la corrosión y puede tener otras propiedades deseables, por ejemplo, que actúe como un buen conductor térmico, tal como ciertos polímeros que se aplastarían bajo presiones de mayor profundidad si las mismas no se igualasen (sustancialmente). Posicionando el centro de datos en aguas profundas, tal como anclándolo o hundiéndolo en el suelo marino, se reducen significativamente los riesgos de desconexión umbilical o daños sobre el centro de datos por parte de fuerzas externas.

Debe entenderse que todos los ejemplos incluidos en la presente son no limitativos. Por ejemplo, en un aspecto se ejemplifican centros de datos sumergidos, como concepto de posicionamiento de los centros de datos en o cerca del suelo marino, por ejemplo, mediante su hundimiento. Puede usarse cualquier masa de agua incluyendo un océano, un lecho fluvial, un mar, un lago, un estanque profundo, y otros. No obstante, la inmersión de un centro de datos, o cualquier parte del mismo (por ejemplo, un módulo), es solamente una manera de usar la tecnología descrita en la presente. Por ello, la presente invención no se limita a ninguna realización, aspecto, concepto, estructura, funcionalidad o ejemplo particular que se describe en este documento. Por el contrario, todas las realizaciones, aspectos, conceptos, estructuras, funcionalidades o ejemplos descritos en este documento son no limitativos, y la presente invención se puede usar de diversas maneras que aporten beneficios y ventajas en los centros de datos y la informática en general.

Tal como se representa de forma general en la implementación ejemplificativa de la FIGURA 1, un centro 102 de datos (o centro de datos parcial, tal como un módulo que se puede acoplar a otros módulos para incrementar la capacidad de un centro de datos), se coloca en un contenedor 104 llenado con un fluido dieléctrico. El fluido se puede hacer circular por medio de cualquier subsistema 106 de transferencia térmica adecuado, por ejemplo, usando bombas que, en un sistema de bucle cerrado, bombean el fluido a través de serpentines o similares, por circulación natural (por ejemplo, tecnología de tubos de calor) resultante del aumento de calor/vaporización de un fluido a una temperatura y una presión deseadas (o en donde un ventilador puede mover y refrigerar el vapor), y otros.

El contenedor 104 y (cualquier parte externa de) el subsistema 106 de transferencia térmica están sellados de manera que el fluido no puede escaparse. Debe indicarse que la superficie 104 del contenedor también puede sacar calor del centro de datos por transferencia, y, si la circulación interna es suficiente, puede que no sea necesario un subsistema externo de transferencia térmica. No obstante, en una o más implementaciones, el contenedor está diseñado para sumergirse, y puede resultar deseable situar externamente cualquier bomba, ventilador y otros que incluyan partes móviles para facilitar su sustitución o reparación si así fuese necesario.

En la solicitud de patente en trámite con la presente, titulada “Submerged Datacenter” (n.º de expediente 341559.01) se describen diversas implementaciones y otros aspectos de contenedores sumergidos, incluyendo formas de obtener energía del agua para alimentar el centro de datos, al menos parcialmente. Por ejemplo, para generar energía a partir del agua se pueden usar olas, mareas y corrientes; también se puede proporcionar energía por medio de cataratas y turbinas eólicas, inclusive para centros de datos sumergidos. Además, tal como puede apreciarse fácilmente, el calor transferido desde el centro de datos se puede usar para generar algo de energía.

La FIGURA 2 muestra el concepto de cómo el fluido refrigerante colabora también con el igualamiento de la presión de un contenedor 204. Debido a que los fluidos no se pueden comprimir (significativamente), no es necesario diseñar el contenedor 204 para la elevada magnitud de presión de agua que se produce a profundidades mayores (aunque será necesario que el diseño de los componentes del centro de datos o centro 202 de datos parcial tenga en cuenta la presión interna del contenedor). Esto permite materiales para el contenedor que son sencillos de sellar para condiciones subacuáticas, las cuales pueden ser altamente corrosivas en despliegues en agua salada. Por ejemplo, pueden usarse polímeros para el contenedor, o como recubrimiento sobre un contenedor metálico relativamente delgado, en lugar de requerir un metal grueso por su resistencia.

El fluido dieléctrico posibilita un diseño de alta densidad de los equipos de servidores, almacenamiento y de red proporcionando una refrigeración muy eficiente; la refrigeración y la conducción con líquido de inmersión es más de 20 veces más eficiente, como medio evacuador de calor, que el aire. La disponibilidad comercial de los fluidos dieléctricos adecuados es alta. El aceite mineral es uno de estos fluidos que no resulta particularmente perjudicial

para el medio ambiente en caso de que se produjese una fuga. El dióxido de carbono se convierte en un líquido a las presiones y temperaturas que pueden existir en las localizaciones de algunas implementaciones. Puede usarse una mezcla de fluidos que aporten las propiedades deseables.

Cuando se sumergen, la temperatura del fluido de refrigeración por inmersión y del sumidero de calor correspondiente del agua marina exterior se puede usar para mantener los componentes eléctricos que están funcionando dentro del contenedor dentro de una amplitud operativa muy baja y estrecha. Si es necesario, la velocidad de circulación se puede controlar, aunque, debido a que la temperatura del agua relativamente profunda no varía mucho, el diseño del subsistema de transferencia térmica puede ser tal que no sea necesario ningún control de circulación, o al menos no tanto en comparación con la refrigeración por aire o la refrigeración a profundidades menores en donde la temperatura ambiental externa puede variar significativamente. Esto hará que mejore la fiabilidad del hardware, y, hasta cierto punto, la eficiencia operativa del mismo.

Para implementaciones no sumergidas, o implementaciones en aguas relativamente someras, un centro 302 de datos sellado (por ejemplo, cada uno de los módulos) puede seguirse refrigerando mediante la circulación de fluido alrededor del mismo, incluso si el propio centro 302 de datos no se ha llenado con fluido, tal como se representa en general en la FIGURA 3. Si el centro de datos o centro 302 de datos parcial está sellado dentro de un receptáculo suficientemente resistente, el contenedor completo 304 se puede sumergir en aguas cada vez más profundas. Aunque, probablemente, esto es bastante menos eficiente (por ejemplo, en términos de tamaño del contenedor, densidad de los componentes, velocidad de circulación y otros) con respecto a la inmersión de un centro de datos y sus componentes en el fluido, en el ejemplo de la FIGURA 3 no es necesario ningún fluido dieléctrico, lo cual puede ser crucial en ciertas situaciones.

Las FIGURAS 4 y 5 muestran ejemplos en los que la refrigeración por fluido se puede usar de una manera diferente, concretamente, en forma de un fluido dieléctrico aplicado en su estado líquido a un componente 440 ó 550, tal como por pulverización por medio de un pulverizador 442 (FIGURA 4) o por goteo con un gotero 552 (que se rellena desde un tanque 554) sobre un microprocesador o sumidero de calor acoplado al mismo, por ejemplo, o cualquier grupo de componentes. Cuando el fluido toca el(los) componente(s) 440 ó 550, el calor del(de los) componente(s) vaporiza el líquido. El vapor se enfría volviéndose nuevamente un líquido, por ejemplo, por medio de las paredes refrigeradas de un contenedor 404 ó 504, que, a continuación, cae goteando a un colector 448 ó 558. El pulverizador 442 puede bombear desde el colector 448 tal como en la FIGURA 4, o una bomba 556 ó similar se puede usar para bombear el fluido de vuelta al tanque 554 tal como en la FIGURA 5. Todo fluido que no se evaporice, por ejemplo, aquel que toque un componente relativamente frío, simplemente cae en el colector 448 ó 558. Obsérvese que no es necesario usar un colector de fluido concreto, en la medida en la que el fondo del contenedor 404 ó 504 puede actuar como colector.

La FIGURA 6 muestra un centro 660 de datos compuesto por una serie de (por ejemplo, cinco) módulos de centro de datos que están dispuestos en una matriz, por ejemplo desplegados en el suelo marino. En el ejemplo de la FIGURA 6, el receptáculo de cada módulo sirve como contenedor de fluido, aunque es viable la colocación del receptáculo del módulo en un contenedor independiente. Cada uno de los módulos está conectado a la alimentación y a un medio de comunicación, tal como fibra óptica, para enviar y recibir comunicaciones de datos. Obsérvese que cualesquiera o la totalidad de los módulos se pueden acoplar entre sí para las comunicaciones dentro del centro de datos.

Cada uno de los módulos ejemplificados incluye bordes achaflanados que, en general, aportan unas mejores propiedades de resistencia y sellado.

Tal como se describe en la presente, los módulos se pueden llenar con fluido dieléctrico y pueden desplegarse. Los módulos se pueden desplegar bajo agua a una profundidad y/o ubicación en la que su seguridad sea razonable (los contenedores no podrían abrirse bajo agua, al menos no fácilmente).

El agua proporciona también un sumidero de calor para la transferencia de calor por conducción desde los componentes del módulo al fluido interno, y, así, al agua circundante. Por ejemplo, para extraer calor del tanque que contiene el hardware se puede usar la tecnología de tubos de calor o un bucle hidrónico, a través de serpentines disipadores de calor que son enfriados por el agua exterior. De esta manera, el sistema de refrigeración evacúa calor de los servidores hacia la masa circundante de agua. La transferencia térmica en estos medios es muy eficiente con respecto al mantenimiento del cambio de la temperatura (incremento de T) a un valor pequeño, lo cual puede minimizar el impacto sobre el ecosistema circundante.

Además, los componentes del centro de datos, que son sensibles a la contaminación corrosiva, quedan protegidos por el fluido dieléctrico. De hecho, el hardware de los entornos marinos presenta una alta tasa de fallos por la sal del aire y la humedad.

Con respecto a la construcción y el despliegue, la FIGURA 7 es un diagrama de flujo que muestra etapas ejemplificativas; (obsérvese que no es necesario que al menos algunas de las etapas ejemplificativas se produzcan

en el orden mostrado). En el ejemplo de la FIGURA 7, como ejemplos se usan contenedores los cuales pueden ser módulos independientes, aunque se entiende que un centro de datos completo puede estar contenido en un contenedor o módulo, y, por tanto, un único "módulo" puede actuar como centro de datos. De hecho, cuando la población/demanda de servicios en la nube no sea demasiado grande, un único módulo (considerado en el sentido convencional) puede bastar para prestar servicio a una región.

La etapa 702 representa la instalación de los componentes de hardware del centro de datos. Debido a la refrigeración por inmersión, en general la densidad de la disposición de estos componentes puede ser mucho mayor, tanto dentro de cada servidor/unidad de almacenamiento como uno con respecto a otro. Esto permite que el centro de datos sea compacto y eficiente, lo cual es rentable (tanto desde una perspectiva de un cerramiento estanco como desde una perspectiva de volumen de fluido dieléctrico), ya que cuanto mayor sea el cerramiento y más fluido se necesite, más elevado será el coste.

La etapa 704 sella el contenedor, excepto la entrada de fluido dieléctrico (y cualquier salida de gas, si fuera necesario, por ejemplo para permitir que el aire salga mientras se realiza el llenado). A continuación, el contenedor se puede transportar (etapa 706) al emplazamiento de su despliegue antes de que se llene, por ejemplo, para que sea más ligero, lo cual significa que se puede hacer flotar (al menos más fácilmente) con vistas a su remolcado/despliegue acuático, y similares.

La etapa 708 representa el llenado del contenedor con el fluido (el cual puede ser un gas a las presiones y las temperaturas de la superficie), y el sellado de los accesos de entrada/salida. Si se requiere una gran cantidad de fluido, este se puede transportar, por ejemplo, por medio de un buque cisterna. En este momento, el contenedor y sus componentes están preparados para su despliegue, (después de llevar a cabo cualquier prueba o inspección final (etapa 710) cuya ejecución pueda resultar deseable antes del despliegue, en particular si el centro de datos se va a hundir en el agua). Obsérvese que es viable mover los contenedores después de su llenado, por ejemplo, si las condiciones de la superficie en la ubicación deseada hacen que resulte difícil llenar el contenedor allí.

La etapa 712 representa el despliegue, que incluye conectar cualquier cableado externo a los módulos, y, si se encuentran en el agua, hundir los contenedores. La etapa 714 representa el uso del centro de datos para prestar servicio a usuarios. Obsérvese que la adición del fluido dieléctrico hace que aumente el peso de cada contenedor, y, por lo tanto, los contenedores que antes flotaban, ahora puede que tengan la capacidad de hundirse en el agua por el diseño. Pueden disponerse múltiples contenedores en una plataforma, hundiéndose a continuación la plataforma, con la ayuda del aumento de peso de los contenedores.

Los centros de datos llenos de fluido están destinados a funcionar sin presencia de personal, al menos en gran medida. Esto es particularmente significativo para centros de datos sumergidos, los cuales pueden estar situados muchas (por ejemplo, veinticuatro) millas mar adentro y en el suelo marino, y, por lo tanto, su mantenimiento puede resultar extremadamente difícil. De este modo, el diseño es que el centro de datos sea "no apto para operaciones de mantenimiento", esperándose que los equipos y el hardware no fallen durante su uso activo. No obstante, el uso de módulos permite rotar módulos nuevos en un centro de datos a medida que los antiguos se retiran, por ejemplo, se desconectan y reflotan para su reciclaje.

ENTORNO EJEMPLIFICATIVO DE UN CENTRO DE DATOS

Alguien con conocimientos habituales en la materia puede apreciar que las diversas realizaciones y métodos descritos en la presente se pueden implementar en relación con un número cualquiera de dispositivos de hardware, los cuales se pueden desplegar como parte de un centro de datos u otro entorno informático, y se pueden conectar a cualquier tipo de medio o medios de almacenamiento de datos. De este modo, la tecnología no se limita a un centro de datos en el sentido convencional, sino que puede usarse en cualquier situación en la que se requiera capacidad computacional cerca de una cierta localización y haya que tener en cuenta la disipación térmica.

La FIGURA 8 muestra un centro 800 de datos sumergido ejemplificativo (o un módulo de centro de datos) que se ejemplifica de manera que presenta una topología de tipo árbol. Cada uno de una pluralidad de bastidores 802_1 a 802_n dispone de servidores, que se comunican a través de un conmutador *top of rack* 804_1 a 804_n. Los servidores pueden incluir medios de almacenamiento, o al menos parte de los medios de almacenamiento puede estar situada por separado. Una red típica tiene de veinte a cuarenta servidores por bastidor, con enlaces y conmutadores cada vez más potentes a medida que se sube por la estructura en árbol. Obsérvese que los centros de datos no se limitan a topologías de tipo árbol, sino que pueden usarse en cualquier topología. Una pequeña cantidad de la capacidad computacional se puede usar para monitorizar los sensores de centros de datos sumergidos, hacer funcionar cualquier ventilador, bomba y similares, operar un sistema de nivelado activo, y otros, aunque esto se puede realizar con la lógica de una máquina aparte.

Tal como se representa en la FIGURA 8, cada conmutador *top of rack* 804_1 a 804_n está acoplado a otro a través de uno o más conmutadores 806_1 a 806_k de agregación. De esta manera, cada servidor puede comunicarse con cualquier otro servidor, incluyendo un servidor de un bastidor diferente. Obsérvese que, en este ejemplo, un conmutador 808 de agregación de nivel superior acopla los conmutadores 806_1 a 806_k de agregación de nivel de

bastidor, y puede haber uno o más niveles adicionales de acoplamientos por conmutadores de agregación.

Tal como se representa en la FIGURA 8 con las flechas curvadas, el centro de datos ejemplificado tiene gas y/o fluido dieléctrico que se hace circular por todo él, lo cual puede realizarse por medio de bombas, ventiladores y/o circulación natural. Un subsistema 810 de transferencia térmica, el cual puede usar serpentines, radiadores, bombas de fluido, ventiladores y otros, saca calor del centro de datos/módulo por transferencia hacia el agua circundante y/o para su uso en la generación de energía. Obsérvese que, como mecanismo de transferencia térmica, puede usarse el propio casco de un módulo o centro de datos.

CONCLUSIÓN

Aunque la invención es susceptible de diversas modificaciones y construcciones alternativas, en los dibujos se muestran ciertas realizaciones ilustradas de las mismas y estas se han descrito anteriormente de manera detallada.

Además de las diversas realizaciones descritas en el presente documento, debe entenderse que pueden usarse otras realizaciones similares o pueden aplicarse modificaciones y adiciones a la(s) realización(es) descrita(s) para poner en práctica la misma función o una equivalente de la(s) realización(es) correspondiente(s) sin desviarse de las mismas. Todavía adicionalmente, múltiples chips de procesado o múltiples dispositivos pueden compartir la ejecución de una o más funciones descritas en la presente, y de manera similar, el almacenamiento se puede lograr sobre una pluralidad de dispositivos.

REIVINDICACIONES

1. Sistema para refrigerar eficientemente un centro (102) de datos, que comprende:

el centro (102) de datos o centro de datos parcial sumergido en un fluido refrigerante y caracterizado por un contenedor (104) que rodea y sella el fluido refrigerante y el centro (102) de datos o centro de datos parcial que se encuentra en el mismo, estando sumergido el contenedor (104) en agua, de manera que el fluido refrigerante reduce o iguala una diferencia de presión entre la presión de agua externa al contenedor (104) y al menos una parte de una presión interna del contenedor (104).

2. Sistema de la reivindicación 1, en el que el fluido refrigerante es un fluido dieléctrico, y en el que componentes del centro (102) de datos o centro de datos parcial están sumergidos en el fluido dieléctrico.

3. Sistema de la reivindicación 1, en el que el fluido refrigerante es un fluido dieléctrico, y en el que componentes del centro (102) de datos o centro de datos parcial se pulverizan con el fluido dieléctrico para su refrigeración.

4. Sistema de la reivindicación 1, en el que el fluido refrigerante es un fluido dieléctrico, y en el que el fluido dieléctrico se hace gotear sobre componentes del centro (102) de datos o centro de datos parcial.

5. Sistema de la reivindicación 1, que comprende además:

un subsistema (106) de transferencia térmica acoplado al o incorporado en el centro (102) de datos o centro de datos parcial, de manera que el subsistema (106) de transferencia térmica refrigera el centro (102) de datos o centro de datos parcial y el fluido refrigerante.

6. Sistema de la reivindicación 5, en el que el subsistema (106) de transferencia térmica incluye por lo menos una bomba que hace circular el fluido refrigerante.

7. Sistema de la reivindicación 5, en el que al menos parte del subsistema (106) de transferencia térmica usa la superficie del contenedor para transferir al menos parte del calor al agua.

8. Sistema de la reivindicación 5, en el que el subsistema (106) de transferencia térmica transfiere al menos parte del calor para generar energía.

9. Método para refrigerar eficientemente un centro (102) de datos, comprendiendo el método:

sellar un contenedor (104) que alberga por lo menos parte de un centro (102) de datos, excepto una o más entradas de fluido y una o más salidas de gas;
llenar el contenedor (104) con un fluido refrigerante a través de por lo menos una o más de las entradas de fluido;
sellar la por lo menos una entrada de fluido y la salida o salidas de gas;
y sumergir el contenedor (104) en agua, con lo cual el fluido refrigerante en el contenedor (104) facilita la reducción o igualamiento de una diferencia de presión entre la presión de agua externa al contenedor (104) y al menos una parte de una presión interna del contenedor (104).

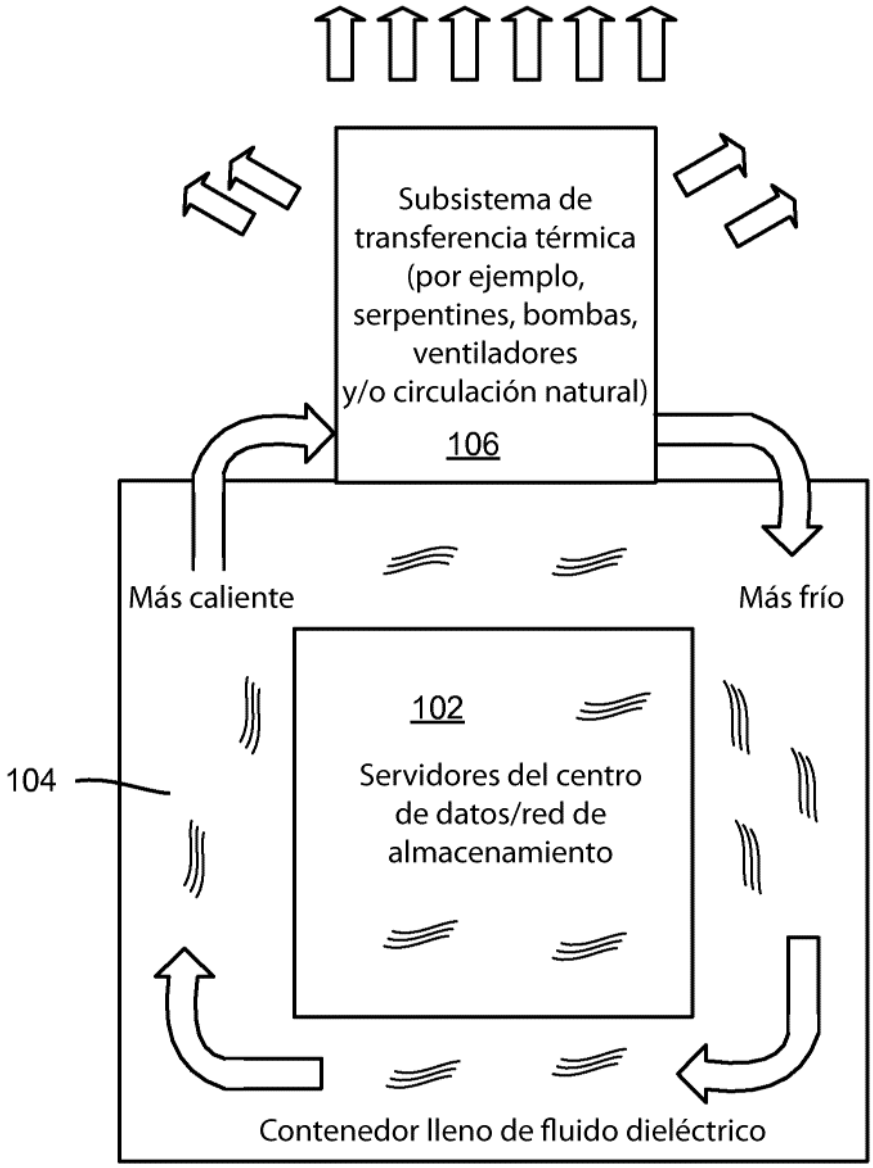

Subsistema de transferencia térmica (por ejemplo, serpentines, bombas, ventiladores y/o circulación natural)
106
Más caliente
Más frío
102
Servidores del centro de datos/red de almacenamiento
104
Contenedor lleno de fluido dieléctrico

FIG. 1

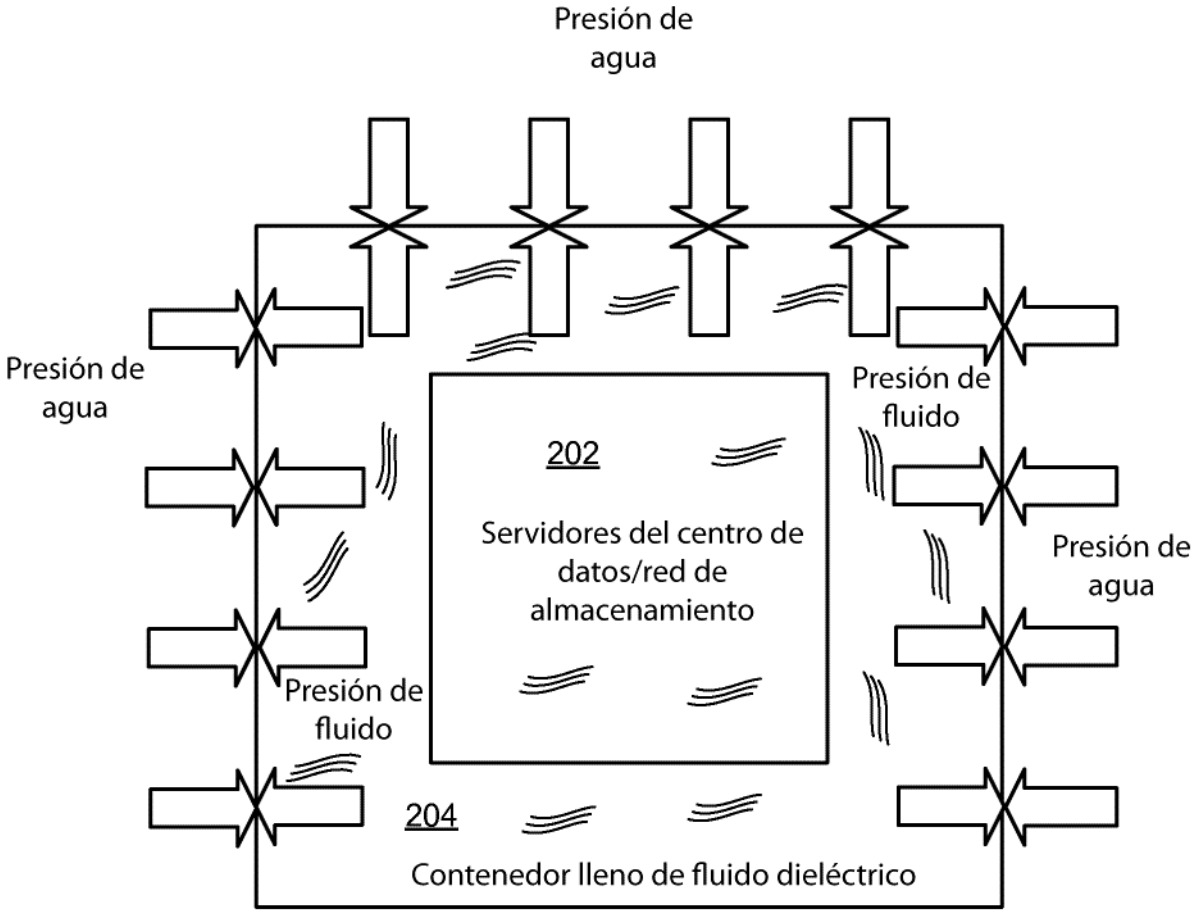

Presión de agua
Presión de agua
Presión de fluido
202
Servidores del centro de datos/red de almacenamiento
Presión de agua
Presión de fluido
204
Contenedor lleno de fluido dieléctrico

FIG. 2

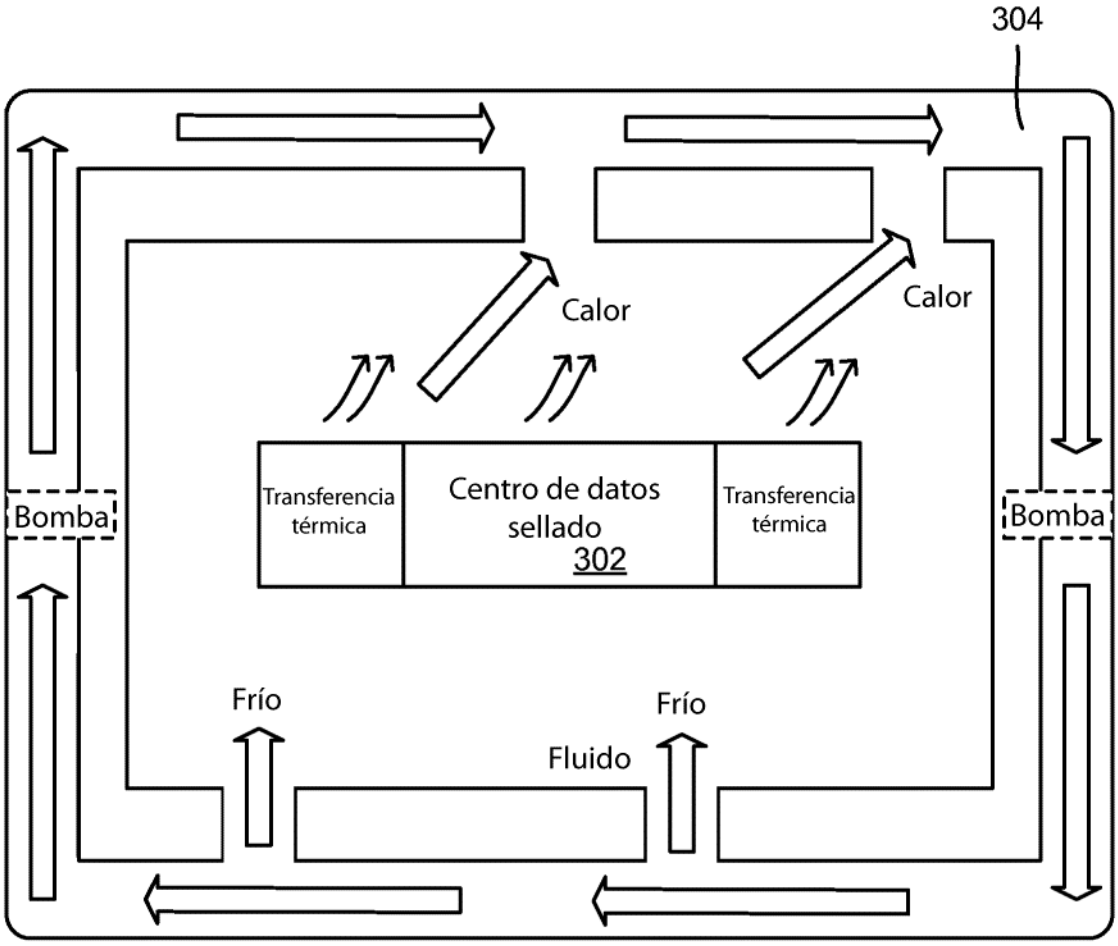

304
Calor
Calor
Transferencia térmica
Centro de datos sellado
302
Transferencia térmica
Bomba
Bomba
Frío
Frío
Fluido

FIG. 3

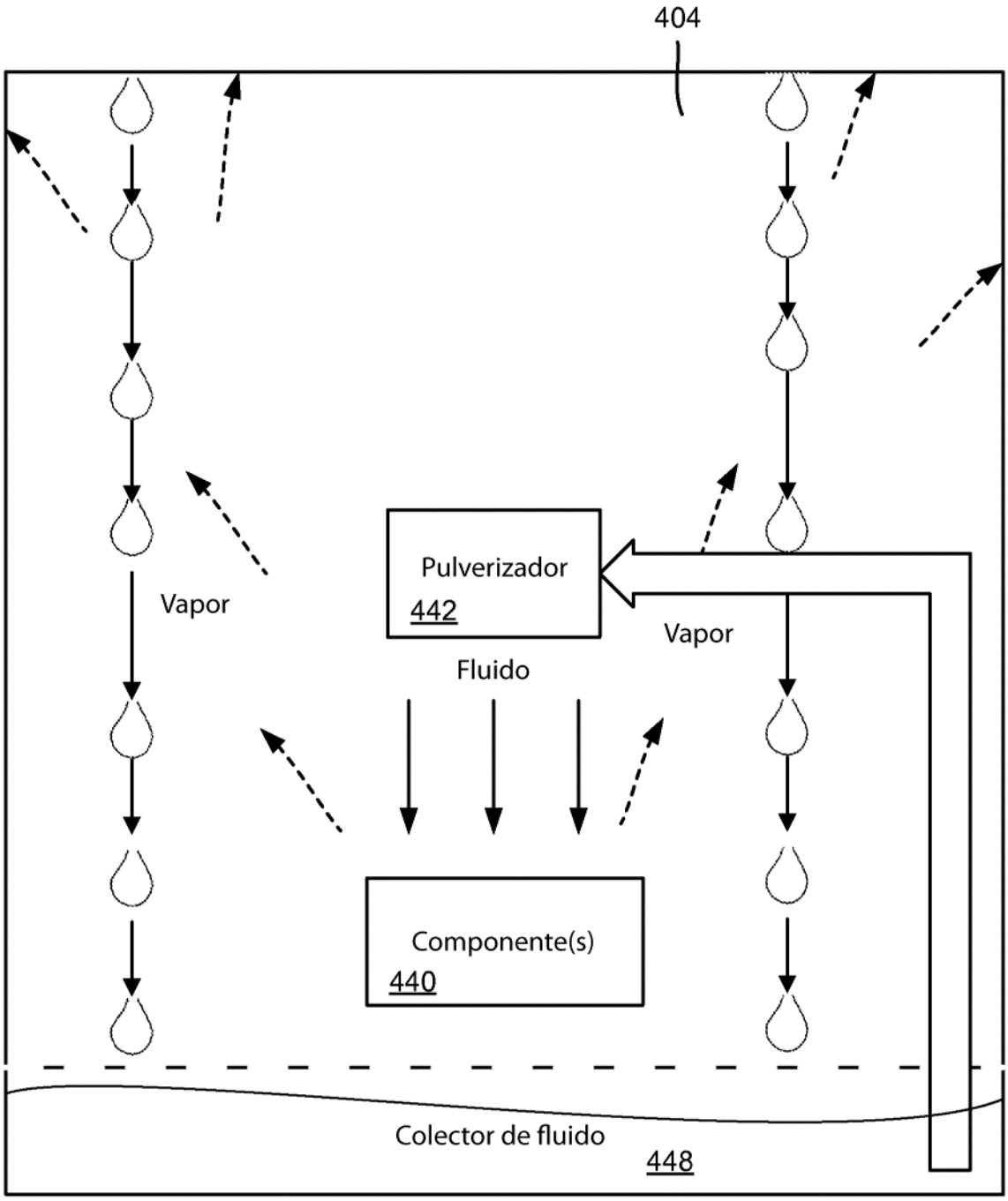

404
Vapor
Pulverizador
442
Vapor
Fluido
Componente(s)
440
Colector de fluido
448

FIG. 4

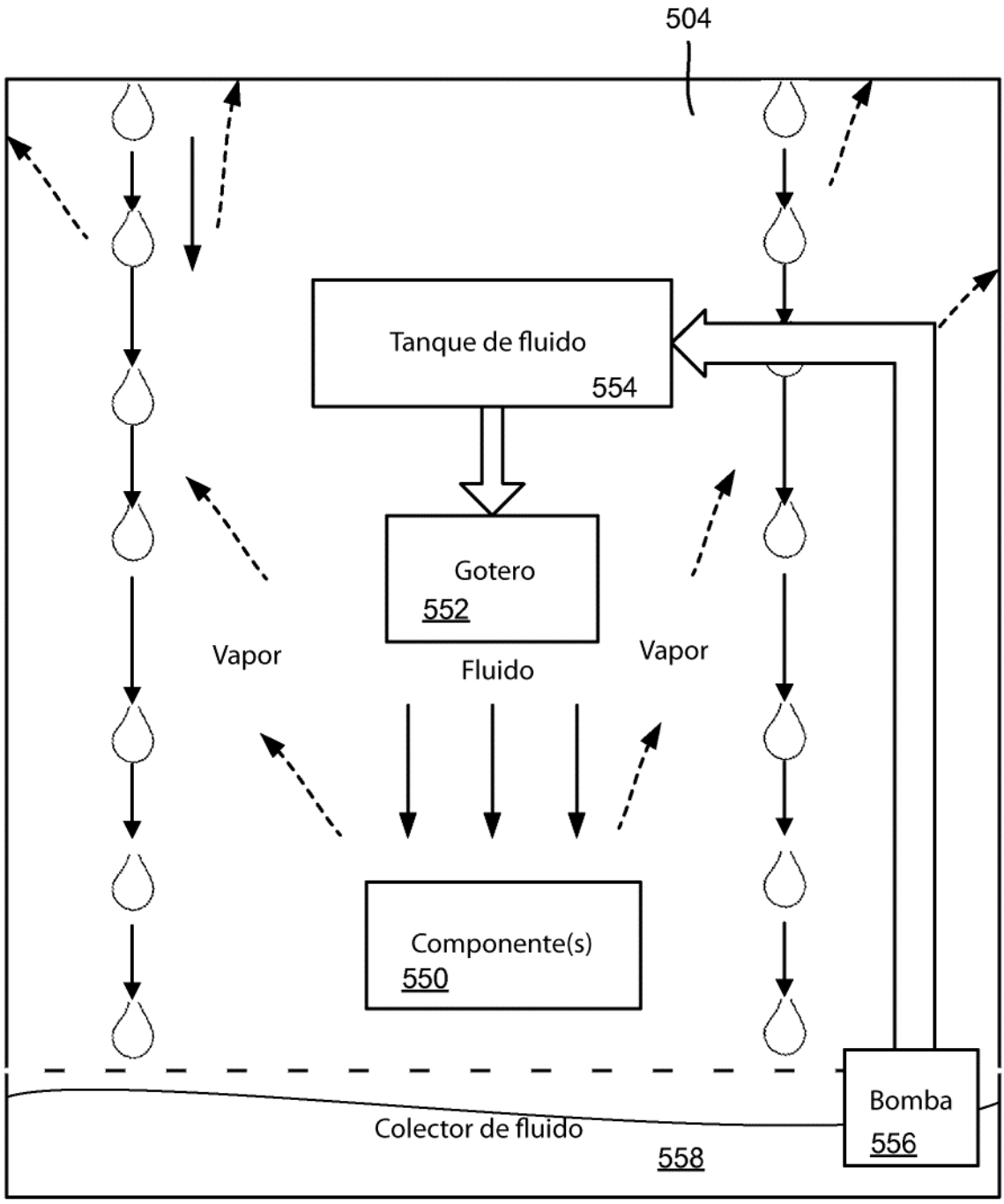

504
Tanque de fluido
554
Gotero
552
Vapor
Fluido
Vapor
Componente(s)
550
Bomba
556
Colector de fluido
558

FIG. 5

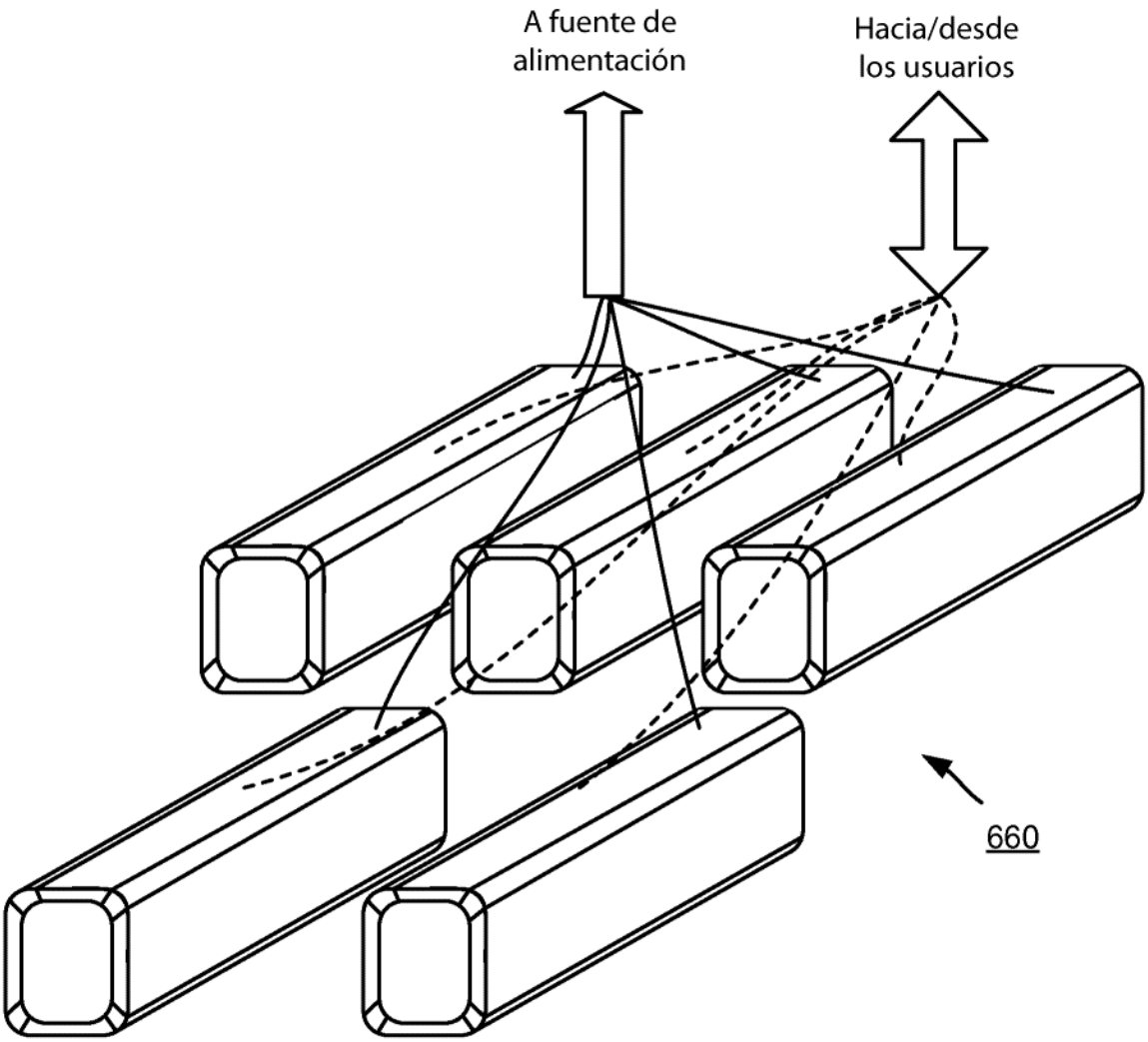
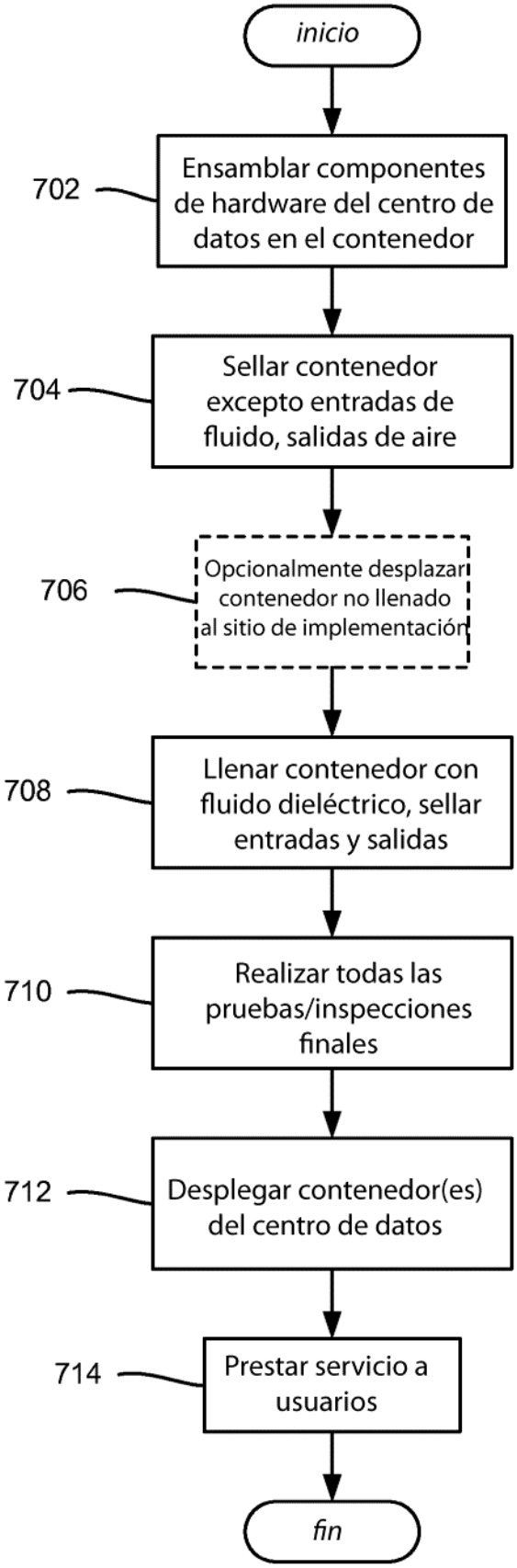


FIG. 6

FIG. 7


inicio
Ensamblar componentes de hardware del centro de datos en el contenedor
702
Sellar contenedor excepto entradas de fluido, salidas de aire
704
Opcionalmente desplazar contenedor no llenado al sitio de implementación
706
Llenar contenedor con fluido dieléctrico, sellar entradas y salidas
708
Realizar todas las pruebas/inspecciones finales
710
Desplegar contenedor(es) del centro de datos
712
Prestar servicio a usuarios
714
fin

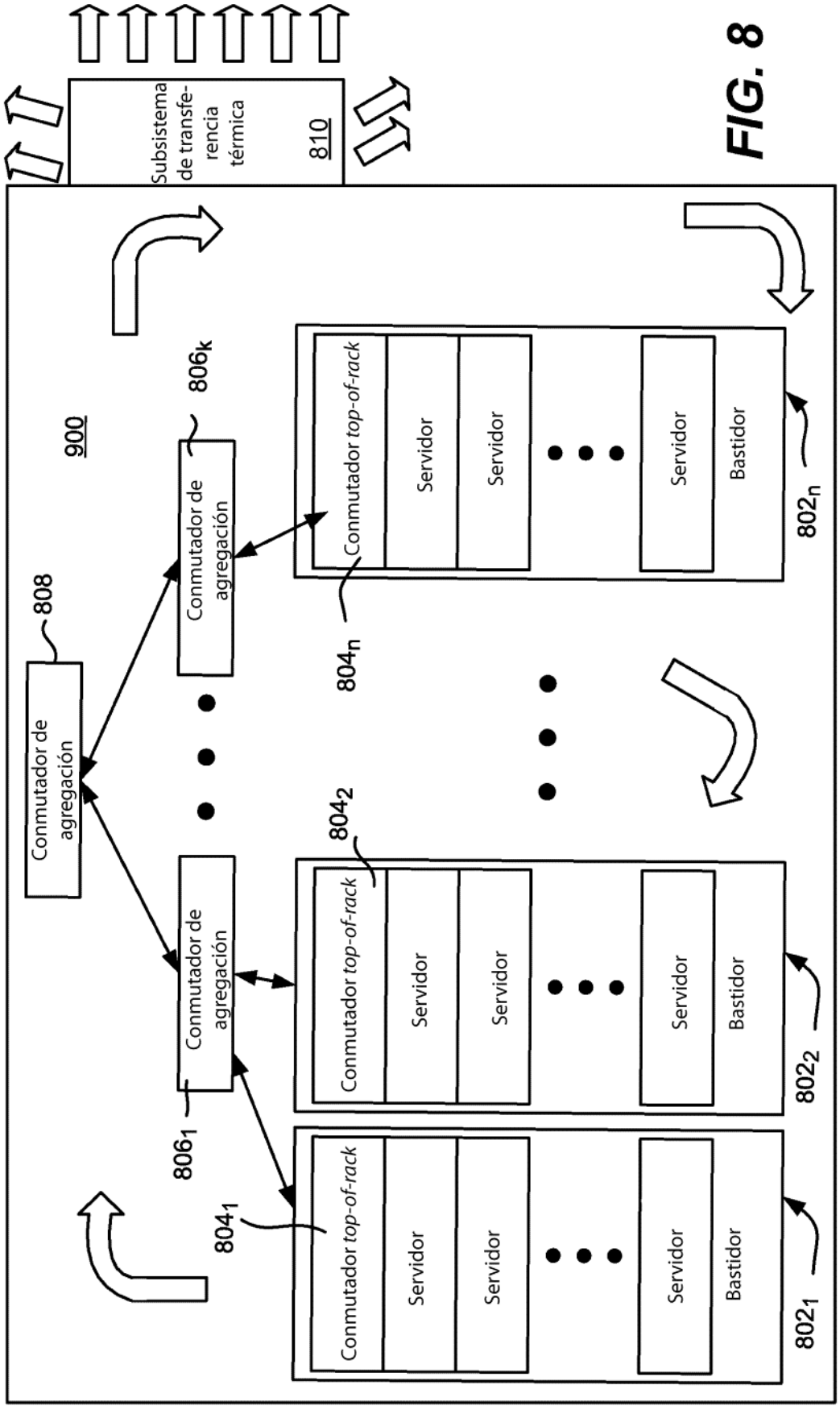

Subsistema de transferencia térmica
810
900
808
Conmutador de agregación
Conmutador de agregación
Conmutador de agregación
806k
806₁
804n
804₂
804₁
Conmutador top-of-rack
Servidor
Servidor
Servidor
Bastidor
802n
802₂
802₁

FIG. 8