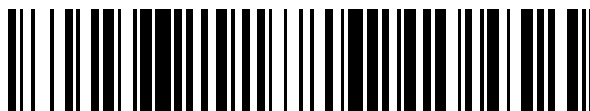


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 439 043**

51 Int. Cl.:

G06F 17/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2010 E 10721217 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2013 EP 2427838**

54 Título: **Sistema y método para disponer equipamiento en un centro de datos**

30 Prioridad:

08.05.2009 US 437734

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.01.2014

73 Titular/es:

**SCHNEIDER ELECTRIC IT CORPORATION
(100.0%)
132 Fairgrounds Road
West Kingston, RI 02892, US**

72 Inventor/es:

**SHRIVASTAVA, SAURABH K. y
VANGILDER, JAMES W.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 439 043 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para disponer equipamiento en un centro de datos

Campo del invento

5 Al menos una realización de acuerdo con el presente invento se refiere en general a sistemas y métodos para la gestión o administración y diseño de centros de datos, y más específicamente, a sistemas y métodos para gestionar el flujo de aire y el uso de energía de centros de datos y para disponer equipamiento en un centro de datos basándose en el flujo de aire y en el uso de energía.

Descripción de la técnica anterior

10 En respuesta a las crecientes demandas de economías basadas en información, las redes de tecnología de la información continúan proliferando a nivel global. Una manifestación de este crecimiento es el centro de datos de red centralizado. Un centro de datos de red centralizado consiste típicamente de distinto equipamiento de tecnología de la información, colocado junto en una estructura que proporciona conectividad de red, energía eléctrica y capacidad de refrigeración. A menudo el equipamiento es alojado en recintos especializados denominados "estantes o bandejas" que integran conectividad, energía y elementos de refrigeración. En algunas
15 configuraciones de centros de datos, las filas de estantes están organizadas en pasillos calientes y fríos para disminuir el coste asociado con la refrigeración del equipamiento de tecnología de la información. Estas características hacen de los centros de datos un modo efectivo en costes para entregar la potencia informática requerida por muchas aplicaciones de software.

20 Distintos procesos y aplicaciones de software, tales como el producto InfraStruXure® Central disponible en American Power Conversion Corporation de West Kingston, RI, han sido desarrollados para ayudar al personal de los centros de datos a diseñar y mantener configuraciones de centros de datos eficientes y efectivas. Estas herramientas a menudo guían al personal del centro de datos a través de actividades tales como diseñar la estructura del centro de datos, posicionar el equipamiento dentro del centro de datos antes de la instalación y reposicionar, retirar y añadir equipamiento después de que la construcción y la instalación han sido completadas.
25 Así, conjuntos de herramientas convencionales proporcionan al personal del centro de datos con una metodología de diseño estandarizada y predecible.

Resumen del invento

30 Un primer aspecto del invento está dirigido a un método puesto en práctica por ordenador para proporcionar una implantación de equipamiento en un centro de datos, incluyendo el equipamiento una pluralidad de estantes de equipamiento, y al menos un proveedor de refrigeración. El método incluye recibir datos relativos al consumo de flujo de aire para cada uno de la pluralidad de estantes de equipamiento y a la capacidad de refrigeración de al menos el proveedor de refrigeración, almacenar los datos recibidos, determinar una implantación del centro de datos, y presentar la implantación del centro de datos. Determinar una implantación puede incluir emparejar cada estante de equipamiento de la pluralidad de estantes de equipamiento con otro estante de equipamiento de la pluralidad de estantes de equipamiento basándose en el consumo de flujo de aire de cada uno de la pluralidad de estantes de equipamiento para crear una pluralidad de pares de estantes de equipamiento, determinar un valor de consumo de flujo de aire combinado para cada uno de los pares de estantes de equipamiento, disponer los pares de estantes de equipamiento para formar un grupo de dos filas de estantes de equipamiento basándose en el valor de consumo de potencia combinado de los estantes de equipamiento, en el que cada par incluye un estante de equipamiento en una primera fila del grupo y un estante de equipamiento en una segunda fila del grupo, y
40 determinar una posición de al menos el proveedor de refrigeración en el grupo.

45 En el método, emparejar cada estante de equipamiento puede incluir emparejar un estante de equipamiento que consume el mayor flujo de aire con un estante de equipamiento que consume menos flujo de aire, y emparejar un segundo estante de equipamiento que consume el mayor flujo de aire con un segundo estante que consume el menor flujo de aire. Disponer los pares de estantes de equipamiento puede incluir identificar un par de estantes que tiene el mayor valor de consumo de flujo de aire combinado, un par de estantes que tiene el menor valor de consumo de flujo de aire combinado, y un par de estantes que tienen el segundo valor menor de consumo de flujo de aire combinado, y posicionar el par de estantes que tienen el mayor valor de consumo de flujo de aire combinado en una posición en el centro del grupo, disponer el par de estantes que tienen el menor valor de consumo de flujo de aire combinado en un primer extremo del grupo, y disponer el par de estantes que tiene el
50 segundo menor valor de consumo de energía combinado en un segundo extremo del grupo.

En el método, determinar una posición para al menos el proveedor de refrigeración puede incluir determinar una posición interior para al menos el proveedor de refrigeración adyacente a los estantes de equipamiento. El método puede además incluir recibir información relacionada con una redundancia de refrigeración deseada para al menos

5 uno de los estantes de equipamiento, y determinar una implantación puede incluir determinar una implantación basándose al menos en parte en la información relacionada con una redundancia de refrigeración deseada. Después de determinar la implantación, el método puede incluir proporcionar una implantación optimizada utilizando una rutina de optimización. El método puede también incluir posicionar el equipamiento en el centro de datos de acuerdo con la implantación determinada.

10 Otro aspecto del invento está dirigido a un sistema para proporcionar una implantación de equipamiento en un centro de datos, incluyendo el equipamiento una pluralidad de estantes de equipamiento, y al menos un proveedor de refrigeración. El sistema incluye una pantalla de presentación, un dispositivo de almacenamiento, una interfaz, y un controlador acoplado a la pantalla de presentación, al dispositivo de almacenamiento y a la interfaz y configurado para recibir a través de la interfaz datos relativos al consumo de flujo de aire para cada uno de la pluralidad de estantes de equipamiento y a la capacidad de refrigeración de al menos un proveedor de refrigeración, almacenar los datos recibidos en el dispositivo de almacenamiento, determinar una implantación del centro de datos, y presentar la implantación del centro de datos en la pantalla de presentación. Determinar una implantación puede incluir emparejar cada estante de equipamiento de la pluralidad de estantes de equipamiento con otro estante de equipamiento de la pluralidad de estantes de equipamiento basándose en el consumo de flujo de aire de cada uno de la pluralidad de estantes de equipamiento para formar un grupo de estantes de equipamiento de dos filas basándose en el valor de consumo de flujo de aire combinado de los estantes de equipamiento, en el que cada par incluye un estante de equipamiento en una primera fila del grupo y un estante de equipamiento en una segunda fila del grupo, y determinar una posición de al menos el proveedor de refrigeración en el grupo.

20 En el sistema, emparejar cada estante de equipamiento puede incluir emparejar un estante de equipamiento que consume el mayor flujo de aire con un estante de equipamiento que consume el menor flujo de aire, y emparejar un segundo estante de equipamiento que consume el mayor flujo de aire con un estante que consume el segundo menor flujo de aire. En el sistema, disponer los pares de estantes de equipamiento puede incluir identificar un par de estantes que tiene un mayor valor de consumo de flujo de aire combinado, un par de estantes que tiene un menor valor de consumo de flujo de aire combinado, y un par de estantes que tienen un segundo menor valor de consumo de flujo de aire combinado, y posicionar el par de estantes que tiene el mayor valor de consumo de flujo de aire combinado en una posición en el centro del grupo, disponer el par de estantes que tienen el menor valor de consumo de flujo de aire combinado en un primer extremo del grupo, y disponer el par de estantes que tiene el segundo menor valor de consumo de flujo de aire combinado en un segundo extremo del grupo.

25 En el sistema, determinar una posición para al menos el proveedor de refrigeración puede incluir determinar una posición interior para al menos el proveedor de refrigeración adyacente a dos estantes de equipamiento. Además, el controlador puede estar configurado para recibir información relacionada con una redundancia de refrigeración deseada para al menos uno de los estantes de equipamiento, y puede estar configurado para determinar una implantación basada al menos en parte sobre la información relacionada con una redundancia de refrigeración deseada. El controlador puede estar además configurado para determinar una implantación optimizada utilizando una rutina de optimización que tiene la implantación determinada como una entrada.

30 Otro aspecto del invento está dirigido a un medio legible por ordenador que tiene almacenado en él secuencias de instrucción que incluyen instrucciones que harán que un procesador reciba datos relativos al consumo de flujo de aire para cada uno de una pluralidad de estantes de equipamiento y a la capacidad de refrigeración de al menos un proveedor de refrigeración contenido en un centro de datos, almacenar los datos recibidos en un dispositivo de almacenamiento, determinar una implantación del centro de datos, y presentar la implantación del centro de datos en una pantalla de presentación. Las instrucciones para determinar una implantación pueden incluir emparejar cada estante de equipamiento de la pluralidad de estantes de equipamiento con otro estante de equipamiento de la pluralidad de estantes de equipamiento basándose en el consumo de flujo de aire de cada uno de la pluralidad de estantes de equipamiento para crear una pluralidad de pares de estantes de equipamiento, disponer los pares de estantes de equipamiento para formar un grupo de estantes de equipamiento basándose en el valor del consumo de flujo de aire combinado de los estantes de equipamiento, en el que cada par incluye un estante de equipamiento en una primera fila del grupo y un estante de equipamiento en una segunda fila del grupo, y determinar una posición de al menos el proveedor de refrigeración en el grupo.

35 En las instrucciones, emparejar cada estantes de equipamiento puede incluir emparejar un estante de equipamiento que consume el mayor flujo de aire con un estante de equipamiento que consume el menor flujo de aire, y emparejar un estante de equipamiento que consume el segundo mayor flujo de aire con un estante que consume el segundo menor flujo de aire. Además, disponer los pares de estantes de equipamiento puede incluir identificar un par de estantes que tiene el mayor valor de consumo de flujo de aire combinado, un par de estantes que tiene el menor valor de consumo de flujo de aire combinado, y un par de estantes que tienen un segundo menor valor de consumo de flujo de aire combinado, y posicionar el par de estantes que tiene el mayor valor de consumo de flujo de aire combinado en una posición en el centro del grupo, disponer el par de estantes que tienen

el menor valor de consumo de flujo de aire combinado en un primer extremo del grupo, y disponer el par de estantes que tienen el segundo menor valor de consumo de flujo de aire combinado en un segundo extremo del grupo. Aún más, determinar una posición para al menos el proveedor de refrigeración puede incluir determinar una posición interior para al menos el proveedor de refrigeración adyacente a dos estantes de equipamiento. El medio legible por ordenador puede además incluir instrucciones que harán que el procesador reciba información relacionada con una redundancia de refrigeración deseada para al menos uno de los estantes de equipamiento, y determinar una implantación puede incluir determinar una implantación basándose al menos en parte en la información relacionada a una redundancia de refrigeración deseada. El medio puede también incluir instrucciones que harán que el procesador determine una implantación optimizada utilizando una rutina de optimización que tiene la implantación determinada como una entrada.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos no pretenden estar dibujados a escala. En los dibujos, cada componente idéntico o casi idéntico que está ilustrado en distintas figuras, está representado por un número similar. Con propósitos de claridad, no todos los componentes pueden estar etiquetados en cada dibujo. En los dibujos:

La fig. 1 muestra un sistema informático ejemplar con el que pueden ser puestos en práctica distintos aspectos de acuerdo con el presente invento;

La fig. 2 ilustra un sistema distribuido ejemplar que incluye una realización;

La fig. 3 muestra una implantación ejemplar de estantes de equipamiento y refrigeradores en un centro de datos;

La fig. 4 muestra un proceso para determinar una implantación de equipamiento en un centro de datos de acuerdo con una realización; y

La fig. 5 muestra una implantación preferida de un grupo de equipamiento determinada utilizando una herramienta de acuerdo con una realización.

Descripción detallada

Al menos algunas realizaciones de acuerdo con el presente invento se refieren a sistemas y procesos a través de los cuales un usuario puede diseñar configuraciones de un centro de datos. Estos sistemas pueden facilitar esta actividad de diseño permitiendo que el usuario cree modelos de configuraciones de centro de datos a partir de las cuales pueden ser determinadas mediciones de rendimiento. Tanto los sistemas como el usuario pueden emplear estas mediciones de rendimiento para determinar configuraciones alternativas del centro de datos que satisfacen distintos objetivos de diseño. Además, en al menos una realización, un sistema proporcionará una implantación inicial de equipamiento de centros de datos y conducirá a un análisis de refrigeración sobre la implantación en tiempo real.

Como se ha descrito en la Solicitud de Patente Norteamericana US 2008 274 954 titulada "Sistema y Método para Evaluar la Refrigeración de Estantes de Equipamiento", presentada el 24 enero 2008, y en la Solicitud de Patente Norteamericana US 2007 038 414 titulada "Métodos y Sistemas para Gestionar la Potencia y Refrigeración de la Instalación" presentada el 27 enero 2006 ambas de las cuales están cedidas a la cesionaria de la presente solicitud, estantes de equipamiento típicos en modernos centros de datos extraen el aire de refrigeración en la parte frontal del estante y evacúan el aire por la parte posterior del estante. Los estantes de equipamiento, y los refrigeradores en fila están típicamente dispuestos en filas en una disposición parte frontal/parte posterior alternante creando una alternancia de pasillos caliente y frío en un centro de datos con la parte frontal de cada fila de estantes mirando al pasillo frío y la parte posterior de cada fila de estantes mirando al pasillo caliente. Las filas adyacentes de estantes de equipamiento separadas por un pasillo frío pueden ser denominadas como un grupo de pasillo refrigerado o frío, y las filas adyacentes de estantes de equipamiento separadas por un pasillo caliente pueden ser denominadas como un grupo de pasillo caliente. Como es fácilmente evidente para un experto en la técnica, una fila de estantes de equipamiento puede ser parte de un grupo de pasillo caliente y de un grupo de pasillo frío. En las descripciones y reivindicaciones presentes, el equipamiento en estantes, o los propios estantes, pueden ser denominados como consumidores de refrigeración, y las unidades de refrigeración en la fila y/o acondicionadores de aire de la sala de ordenadores (CRAC) pueden ser denominados como proveedores de refrigeración. En las solicitudes a que se ha hecho referencia, hay previstas herramientas para analizar el rendimiento de refrigeración de un grupo de estantes en un centro de datos. En estas herramientas, pueden realizarse múltiples análisis en diferentes implantaciones para intentar optimizar el rendimiento de refrigeración del centro de datos.

En realizaciones, del invento, pueden utilizarse diferentes mediciones de rendimiento de refrigeración para evaluar el rendimiento de refrigeración de un grupo. Estas mediciones incluyen el índice de captura (CI) y el índice de

recirculación (RI) ambos de los cuales están descritos con mayor detalle en las solicitudes, incorporadas como referencia anteriormente. En general, para un grupo de pasillo caliente, el índice de captura indica para cada estante el porcentaje del aire evacuado por estante que es capturado por la totalidad de los refrigeradores en el grupo. Para un grupo de pasillo frío, el índice de captura indica para cada estante el porcentaje de flujo de aire por estante que es suministrado directamente por los proveedores de refrigeración locales.

Al menos en una realización, un modelo de centro de datos es generado y presentado y es proporcionado un análisis de refrigeración del centro de datos. Al crear un modelo, en al menos una realización, un usuario puede definir un conjunto de estantes de equipamiento y proveedores de refrigeración para ser incluidos en un grupo, y el sistema dispondrá automáticamente los estantes de equipamiento y los proveedores de refrigeración en el grupo de manera que satisfagan los requisitos de refrigeración de los estantes de equipamiento.

Los aspectos descritos aquí de acuerdo con el presente invento, no están limitados en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de componentes expuesta en la siguiente descripción o ilustrada en los dibujos. Estos aspectos son capaces de asumir otras realizaciones y de ser puestos en práctica o llevados a la práctica de distintas formas. Ejemplos de puestas en práctica específicas han sido proporcionados aquí con propósitos ilustrativos solamente y no pretenden ser limitativos. En particular, actos, elementos y características descritos en conexión con cualquiera o cualesquiera realizaciones no pretenden ser excluidos de una misión similar en cualesquiera otras realizaciones.

Por ejemplo, de acuerdo con una realización del presente invento, un sistema informático está configurado para realizar cualquiera de las funciones descritas aquí, incluyendo pero no estando limitado a, configurar, modelar y presentar información relativa a configuraciones específicas de centros de datos. Además, los sistemas informáticos en realizaciones del centro de datos pueden ser utilizados para medir automáticamente parámetros medioambientales en un centro de datos, y equipamiento de control, tales como enfriadores o refrigeradores para optimizar el rendimiento. Además, los sistemas descritos aquí pueden estar configurados para incluir o excluir cualquiera de las funciones descritas aquí. Así, el invento no está limitado a una función específica o conjunto de funciones específicas. También, la fraseología y terminología utilizada aquí lo es con el propósito de descripción y no debe ser considerada como limitativa. El uso aquí de "incluir", "comprender", "tener", "contener", "implicar", y variaciones de los mismos tienen el significado de abarcar los elementos recogidos a continuación y equivalencias de los mismos así como elementos adicionales.

Sistema Informático

Distintos aspectos y funciones descritos aquí de acuerdo con el presente invento pueden ser puestos en práctica como hardware o software en uno o más sistemas informáticos. Hay muchos ejemplos de sistemas informáticos actualmente en uso. Estos ejemplos incluyen, entre otros, aplicaciones de red, ordenadores personales, puestos de trabajo con ordenador, ordenadores centrales, clientes conectados en red, servidores, servidores de medios, servidores de aplicación, servidores de bases de datos y servidores de web. Otros ejemplos de sistemas informáticos pueden incluir dispositivos informáticos móviles, tales como teléfonos móviles y agendas digitales personales, y equipamiento de red, tales como equilibradores de carga, "routers" y conmutadores. Además, aspectos de acuerdo con el presente invento pueden ser situados sobre un único sistema informático o pueden estar distribuidos entre una pluralidad de sistemas informáticos conectados a una o más redes de comunicaciones.

Por ejemplo, distintos aspectos y funciones pueden estar distribuidos entre uno o más sistemas informáticos configurados para proporcionar un servicio a uno o más ordenadores de cliente, o para realizar una tarea total como parte de un sistema distribuido. Adicionalmente, pueden realizarse aspectos sobre un servidor de cliente o sistema multinivel que incluye componentes distribuidos entre uno o más sistemas servidores que realizan distintas funciones. Así, el invento no está limitado a ejecutar sobre cualquier sistema o grupo de sistemas particulares. Además, los aspectos pueden ser puestos en práctica en software, hardware, firmware o en cualquier combinación de los mismos. Así, aspectos de acuerdo con el presente invento pueden ser puestos en práctica dentro de métodos, actos, sistemas, elementos de sistema y componentes que utilizan una variedad de configuraciones de hardware y software, y el invento no está limitado a ninguna arquitectura distribuida particular, red, o protocolo de comunicación.

La fig. 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema informático distribuido 100, en el que pueden ser puestos en práctica distintos aspectos y funciones de acuerdo con el presente invento. El sistema informático distribuido 100 puede incluir uno o más sistemas informáticos. Por ejemplo, como se ha ilustrado, el sistema informático distribuido 100 incluye sistemas informáticos 102, 104 y 106. Como se ha mostrado, los sistemas informáticos 102, 104 y 106 están interconectados mediante una red 108 de comunicaciones y pueden intercambiar datos a su través. La red 108 puede incluir cualquier red de comunicación a través de la cual los sistemas informáticos pueden intercambiar datos. Para intercambiar datos utilizando la red 108, los sistemas informáticos 102, 104 y 106 y la red 108 pueden utilizar distintos métodos, protocolos y normas, incluyendo entre otros, anillo con paso de

testigo ("token ring"), ethernet, ethernet inalámbrico, Bluetooth, TCP/IP, UDP, Http, FTP, SNMP, SMS, MMS, SS7, Json, Soap, y Corba. Para asegurar que la transferencia de datos es segura, los sistemas informáticos 102, 104 y 106 pueden transmitir datos a través de la red 108 utilizando una variedad de medidas de seguridad que incluyen TSL, SSL, o VPN, entre otras técnicas de seguridad. Aunque el sistema informático distribuido 100 ilustra tres sistemas informáticos conectados por red, el sistema informático distribuido 100 puede incluir cualquier número de sistemas informáticos y dispositivos informáticos, conectados por red que utilizan cualquier medio y protocolo de comunicación.

Distintos aspectos y funciones de acuerdo con el presente invento puede ser puestos en práctica como hardware o software especializado que se ejecuta en uno o más sistemas informáticos incluyendo el sistema informático 102 mostrado en la fig. 1. Como se ha representado, el sistema informático 102 incluye el procesador 110, la memoria 112, el bus 114, la interfaz 116 y el almacenamiento 118. El procesador 110 puede realizar una serie de instrucciones que dan como resultado datos manipulados. El procesador 110 puede ser un procesador comercialmente disponible tal como un procesador Intel Pentium, Motorola PowerPC, SGI MIPS, Sun ULtraSPARC, o Hewlett-Packard PA-RISC, pero puede ser cualquier tipo de procesador o controlador ya que hay disponibles muchos otros procesadores y controladores. El procesador 110 está conectado a otros elementos del sistema, incluyendo uno o más dispositivos de memoria 112, mediante el bus 114.

La memoria 112 puede ser utilizada para almacenar programas y datos durante la operación del sistema informático 102. Así, la memoria 112 puede ser una memoria de acceso aleatorio, volátil, de rendimiento relativamente elevado tal como una memoria de acceso aleatorio dinámica (DRAM) o una memoria estática (SRAM). Sin embargo, la memoria 112 puede incluir cualquier dispositivo para almacenar datos, tal como una unidad de disco u otro dispositivo de almacenamiento no volátil. Distintos ejemplos de acuerdo con el presente invento pueden organizar la memoria 112 en estructuras únicas particularizadas y, en algunos casos, realizar los aspectos y funciones descritos aquí.

Los componentes del sistema informático 102 pueden ser acoplados por un elemento de interconexión tal como un bus 114. El bus 114 puede incluir uno o más buses físicos por ejemplo, buses entre componentes que están integrados dentro de una misma máquina, pero puede incluir cualquier acoplamiento de comunicación entre elementos del sistema incluyendo tecnologías de bus informáticas especializadas o estándares tales como IDE, SCSI, PCI y InfiniBand. Así, el bus 114 permite que se intercambien comunicaciones, por ejemplo, datos e instrucciones entre componentes de sistema del sistema informático 102.

El sistema informático 102 incluye también uno o más dispositivos de interfaz 116 tal como dispositivos de entrada, dispositivos de salida y combinación de dispositivos de entrada/salida. Los dispositivos de interfaz pueden recibir entradas o pueden proporcionar salidas. Más particularmente, los dispositivos de salida pueden generar información para presentación externa. Los dispositivos de entrada pueden aceptar información procedente de fuentes externas. Ejemplos de dispositivos de interfaz incluyen teclados, dispositivos de ratón, bolas seguidoras, micrófonos, pantallas táctiles, dispositivos de impresión, pantallas de presentación, altavoces, tarjetas de interfaz de red, etc. Los dispositivos de interfaz permiten que el sistema informático 102 intercambie información y comunique con entidades externas, tales como usuarios y otros sistemas.

El sistema 118 de almacenamiento puede incluir un medio de almacenamiento de datos no volátil legible y en el que se puede escribir mediante ordenador en el que hay almacenadas instrucciones que definen un programa que ha de ser ejecutado por el procesador. El sistema 118 de almacenamiento también puede incluir información que está grabada, sobre o en el medio, y esta información puede ser tratada por el programa. Más específicamente, la información puede ser almacenada en una o más estructuras de datos específicamente configuradas para conservar espacio de almacenamiento o aumentar el rendimiento de intercambio de datos. Las instrucciones pueden ser almacenadas de manera persistente como señales codificadas, y las instrucciones pueden hacer que un procesador realice cualquiera de las funciones descritas aquí. El medio puede, por ejemplo, ser un disco óptico, un disco magnético o una memoria flash, entre otros. En funcionamiento, el procesador o algún otro controlador puede hacer que los datos sean leídos desde el medio de grabación no volátil a otra memoria tal como la memoria 112, que permite un acceso más rápido a la información por el procesador de lo que lo hace el medio de almacenamiento incluido en el sistema 118 de almacenamiento. La memoria puede estar situada en un sistema 118 de almacenamiento o en la memoria 112, sin embargo, el procesador 110 puede manipular los datos dentro de la memoria 112, y a continuación copiar los datos al medio asociado con el sistema 118 de almacenamiento después de que se haya completado el tratamiento. Una variedad de componentes puede gestionar el movimiento de datos entre el medio y el elemento de memoria del circuito integrado y el invento no está limitado a ello. Además, el invento no está limitado a un sistema de memoria o sistema de almacenamiento particular.

Aunque el sistema informático 102 está mostrado a modo de ejemplo como un tipo de sistema informático sobre el que distintos aspectos y funciones de acuerdo con el presente invento puede ser puestos en práctica, los aspectos del invento no están limitados a ser puestos en práctica sobre el sistema informático como se ha mostrado en la

fig. 1. Distintos aspectos y funciones de acuerdo con el presente invento pueden ser puestos en práctica sobre uno o más ordenadores que tienen arquitecturas o componentes diferentes de los mostrados en la fig. 1. Por ejemplo, un sistema informático 102 puede incluir hardware de propósito especial, programado especialmente, tal como por ejemplo, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) confeccionado a medida para realizar una operación particular descrita aquí. Mientras tanto otra realización puede desempeñar la misma función utilizando varios dispositivos informáticos de propósito general que ejecutan el MAC OS System X con procesadores Motorola PowerPC y varios dispositivos informáticos especializados que ejecutan hardware de propietario y sistemas operativos.

El sistema informático 102 puede ser un sistema informático que incluye un sistema operativo que gestiona al menos una parte de los elementos de hardware incluidos en el sistema informático 102. Usualmente, un procesador o controlador, tal como el procesador 110, ejecuta un sistema operativo que puede ser, por ejemplo, un sistema operativo basado en Windows, tal como sistemas operativos Windows NT, Windows 2000 (Windows ME), Windows XP o Windows Vista, disponibles a partir de Microsoft Corporation, un sistema operativo MAC OS System X disponible en Apple Computer, una de muchas distribuciones de sistema operativo basado en Linux, por ejemplo el sistema operativo Enterprise Linux disponible en Red Hat Inc., un sistema operativo Solaris disponible en Sun Microsystems, o sistemas operativos UNIX disponibles a partir de distintas fuentes. Muchos otros sistemas operativos pueden ser utilizados y las realizaciones no están limitadas a ninguna puesta en práctica particular.

El procesador y el sistema operativo juntos definen una plataforma de ordenador para el que pueden ser escritos programas de aplicación en lenguajes de programación de alto nivel. Estas aplicaciones de componente pueden ser ejecutables, intermedias, por ejemplo, C-, de código de byte o de código interpretado que comunica sobre una red de comunicación, por ejemplo, Internet, utilizando un protocolo de comunicación, por ejemplo, TCP/IP. Similarmente, aspectos de acuerdo con el presente invento pueden ser puestos en práctica utilizando un lenguaje de programación orientado al objeto, tal como .Net, SmallTalk, Java, C++, Ada, o C#(C-Sharp). Otros lenguajes de programación orientados al objeto pueden ser también utilizados. Alternativamente, pueden ser utilizados lenguajes funcionales, de texto, o de programación lógica.

Adicionalmente, distintos aspectos y funciones de acuerdo con el presente invento pueden ser puestos en práctica en un entorno no programado, por ejemplo, documentos creados en HTML, XML u otro formato que, cuando es visto en una ventana de un programa navegador, genera aspectos de una interfaz de usuario gráfica o realiza otras funciones. Además, distintos ejemplos de acuerdo con el presente invento puede ser puestos en práctica como elementos programados o no programados, o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, una página web puede ser puesta en práctica utilizando HTML mientras un objeto de datos llamados desde dentro de la página web puede ser escrito en C++. Así, el invento no está limitado a un lenguaje de programación específico y podría ser utilizado cualquier lenguaje de programación adecuado. Además, en al menos una realización, la herramienta puede ser puesta en práctica utilizando VBA Excel.

Un sistema informático incluido dentro de una realización puede realizar funciones adicionales fuera del marco del invento. Por ejemplo, aspectos del sistema pueden ser puestos en práctica utilizando un producto comercial existente, tal como, por ejemplo, Sistemas de Gestión de Bases de Datos tales como SQL Server disponible en Microsoft de Seattle WA., Bases de Datos Oracle de Oracle de Redwood Shores, CA, y MySQL AB de Uppsala, Suecia o software de integración tal como software intermedio Web Sphere de IBM de Armonk, NY. Sin embargo, un sistema informático que ejecuta, por ejemplo, SQL Server puede ser capaz de soportar tanto aspectos de acuerdo con el presente invento como bases de datos para aplicaciones variadas que no están dentro del marco del invento.

Arquitectura de sistema ejemplar

La fig. 2 presenta un diagrama de contexto que incluye elementos físicos y lógicos del sistema distribuido 200. Como se ha mostrado, el sistema distribuido 200 está especialmente configurado de acuerdo con el presente invento. La estructura y contenido del sistema citados con respecto a la fig. 2 es solamente con propósitos ejemplares y no pretende limitar el invento a la estructura específica mostrada en la fig. 2. Como será evidente para los expertos en la técnica, pueden ser construidas muchas estructuras variables de sistema sin desviarse del marco del presente invento. La disposición particular presentada en la fig. 2 ha sido elegida para promover claridad.

La información puede circular entre los elementos, componentes y subsistemas representados en la fig. 2 utilizando cualquier técnica. Tales técnicas incluyen, por ejemplo, hacer pasar la información sobre la red mediante TCP/IP, hacer pasar la información entre módulos en memoria y hacer pasar la información escribiéndola en un archivo, base de datos, o algún otro dispositivo de almacenamiento no volátil. Otras técnicas y protocolos pueden ser utilizadas sin salir del marco del invento.

Con referencia a la fig. 2, un sistema 200 incluye un usuario 202, una interfaz 204, un sistema 206 de diseño y

gestión de centro de datos, una red de comunicaciones 208, y una base de datos 210 del centro de datos. El sistema 200 puede permitir al usuario 202, tal como un arquitecto de un centro de datos u otro personal del centro de datos, interactuar con la interfaz 204 para crear o modificar un modelo de una o más configuraciones del centro de datos. De acuerdo con una realización, la interfaz 204 puede incluir aspectos del editor de piso y del editor de estante como se ha descrito en la Solicitud de Tratado de Cooperación en materia de Patentes N° PCT/US08/63675, titulada MÉTODOS Y SISTEMAS PARA GESTIONAR LA POTENCIA Y REFRIGERACIÓN DE LA INSTALACIÓN, presentada el 15 mayo de 2008 que es a continuación denominada como la PCT/US08/63675. En otras realizaciones, la interfaz 204 puede ser puesta en práctica con recursos especializados que permiten que el usuario 202 diseñe, de una manera denominada "arrastrar y soltar", un modelo que incluye una representación de la implantación física de un centro de datos o de cualquier subconjunto del mismo. Esta implantación puede incluir representaciones de componentes estructurales de centro de datos así como equipamiento del centro de datos. Las características de la interfaz 204, como puede encontrarse en distintas realizaciones de acuerdo con el presente invento, son descritas adicionalmente a continuación. En al menos una realización, la información relativa a un centro de datos es introducida en el sistema 200 a través de la interfaz, y evaluaciones y recomendaciones para el centro de datos son proporcionadas al usuario. Además, en al menos una realización, pueden realizarse procesos de optimización para optimizar el rendimiento de refrigeración y el uso de potencia del centro de datos.

Como se ha mostrado en la fig. 2, el sistema 206 de diseño y gestión del centro de datos presenta la interfaz 204 de diseño de datos al usuario 202. De acuerdo con una realización, el sistema 206 de diseño y gestión de centro de datos puede incluir el sistema de diseño y gestión del centro de datos como se ha descrito en el documento PCT/US08/63675. En esta realización, la interfaz 204 de diseño puede incorporar funcionalidad del módulo de entrada, el módulo de presentación y el módulo de construcción incluidos en el documento PCT/US08/63675 y puede utilizar el módulo de base de datos para almacenar y recuperar datos.

Como se ha ilustrado, el sistema 206 de diseño y gestión del centro de datos pueden intercambiar información con la base de datos 210 del centro de datos a través de la red 208. Esta información puede incluir cualquier información requerida para soportar las características y funciones del sistema 206 de diseño y gestión del centro de datos. Por ejemplo, en una realización, la base de datos 210 del centro de datos puede incluir al menos alguna parte de los datos almacenados en la base de datos de equipamiento del centro de datos descrito en el documento PCT/US08/63675. En otra realización, esta información puede incluir cualquier información requerida para soportar la interfaz 204, tal como, entre otros datos, la implantación física de una o más configuraciones de modelo de centro de datos, las características de producción y distribución de los proveedores de refrigeración incluidas en las configuraciones de modelo, las características de consumo de los consumidores de refrigeración en las configuraciones de modelo, y una lista de estantes de equipamiento y proveedores de refrigeración que han de ser incluidos en un grupo.

En una realización, la base de datos 210 del centro de datos puede almacenar tipos de proveedores de refrigeración, la cantidad de aire frío proporcionado por cada tipo de proveedor de refrigeración, y una temperatura del aire frío proporcionado por el proveedor de refrigeración. Así, por ejemplo, la base de datos 210 del centro de datos incluye registros de un tipo particular de unidad CRAC que está calificada para entregar flujo de aire a la velocidad de 2643 l·s⁻¹ (litros por segundo) (5600 cfm) a una temperatura de 20 °C. Además, la base de datos 210 del centro de datos puede almacenar una o más mediciones de refrigeración, tales como la temperatura de entrada y salida de los CRAC y las temperaturas de entrada y salida de una o más estantes de equipamiento. Las temperaturas pueden ser medidas periódicamente e introducidas en el sistema, o en otras realizaciones, las temperaturas pueden ser vigiladas de manera continua utilizando dispositivos acoplados al sistema 200.

La base de datos 210 del centro de datos puede tomar la forma de cualquier construcción lógica capaz de almacenar información sobre un medio legible por ordenador incluyendo, entre otras estructuras, archivos planos, archivos indexados, bases de datos jerárquicas, bases de datos relacionales o bases de datos orientadas a los objetos. Los datos pueden ser modelados utilizando relaciones e índices de clave única y exterior. Las relaciones e índices de clave única y exterior pueden ser establecidos entre los distintos campos y tablas para asegurar tanto la integridad de datos como el rendimiento de intercambio de datos.

Los sistemas informáticos mostrados en la fig. 2, que incluyen el sistema 206 de diseño y gestión del centro de datos, la red 208 y la base de datos 210 del equipamiento del centro de datos, pueden incluir cada uno, uno o más sistemas informáticos. Como se ha descrito anteriormente con referencia a la fig. 1, los sistemas informáticos pueden tener uno o más procesadores o controladores, dispositivos de memoria e interfaces. La configuración particular de sistema 200 representado en la fig. 2 es utilizada con propósitos de ilustración solamente y realizaciones del invento pueden ser puestas en práctica en otros contextos. Así, las realizaciones del invento no están limitadas a un número específico de usuarios o sistemas.

Realizaciones de evaluación y optimización de centro de datos

En al menos una realización, que será descrita a continuación, se proporciona una herramienta que dispone una lista de equipamiento (estantes, refrigeradores, UPS, PDU, etc.) en tiempo real y presenta el equipamiento en un modelo de implantación de grupo, de tal modo que los flujos de aire de estante y los flujos de aire de refrigeración son obtenidos distribuidos de manera uniforme en la implantación del grupo. La fig. 3 muestra un ejemplo de un grupo 300 de estantes y refrigeradores dispuestos en dos filas A y B alrededor de un pasillo caliente en un centro de datos. En al menos una realización, la implantación mostrada en la fig. 3, puede ser proporcionada como una salida de la herramienta, o la implantación puede ser proporcionada como una entrada, y la herramienta puede disponer el equipamiento y los refrigeradores para satisfacer criterios de refrigeración especificados.

El grupo 300 incluye 12 estantes 302 (a)-302(l), y cuatro refrigeradores 304 en fila. Los estantes en un ejemplo son estantes de equipamiento de 48 cm (19 pulgadas) estándares en la industria y los refrigeradores son refrigeradores en fila de la mitad de anchura del estante que tienen una anchura que es aproximadamente la mitad de la de un estante de equipamiento estándar tales como refrigeradores disponibles en American Power Conversion Corporation de West Kingston, RI, incluyendo el modelo ACRC100, RC (IRRC) En Fila. Sin embargo también pueden ser usadas realizaciones del invento con otros estantes de equipamiento y refrigeradores. Además, el grupo mostrado en la fig. 3 es un grupo de pasillo caliente configurado con las partes posteriores de los estantes en la Fila A enfrentadas a las partes posteriores de los estantes en la Fila B. En otras realizaciones, sistemas y herramientas de realizaciones del invento pueden ser configuradas para análisis e implantación de estantes de equipamiento en un grupo de pasillo frío también.

En un ejemplo, que se describirá a continuación, los datos de entrada para un grupo son proporcionados por un usuario. En una realización, los datos de entrada son manualmente introducidos en el sistema, sin embargo, en otras realizaciones, los datos pueden ser proporcionados electrónicamente desde otro sistema. Los datos de entrada incluyen una lista de estantes con relaciones de potencia y flujo de aire de estantes (l-s-1/kW), tipo de refrigeradores con flujo de aire de refrigeración (l-s-1), configuraciones de zona de energía y la deseada redundancia de refrigeración o relación de aire objetivo (descrita en detalle a continuación). Las configuraciones de la zona de potencia describen la conectividad de estantes o refrigeradores a las fuentes de energía PDU y UPS ; esta información es relevante al algoritmo de disposición debido a que pueden preferirse posiciones de equipamiento basadas en minimizar el cableado de energía u otras consideraciones. Utilizando los datos de entrada, la herramienta calcula el número de refrigeradores requeridos basándose en el flujo de aire de estante total y la redundancia deseada de refrigeración, y proporciona una implantación para los estantes y refrigeradores y cualesquiera de las PDU y de las UPS en fila.

La Tabla 1 proporciona una lista de potencia de estante y flujo de aire de estante para un ejemplo con los estantes dispuestos en orden ascendente basándose en potencia de estante.

Tabla 1: Lista de Potencias de Estante y Flujo de Aire de Estante

Flujo de Aire de Estante Clasificado	
Potencia de Estante (kW)	Flujo de Aire de Estante (l-s-1)
1	75,5
2	151
3	226,5
4	302
5	377,5
6	453
7	528,5
8	604

En una realización, la herramienta dispone automáticamente los estantes utilizando un proceso que implica dos operaciones principales; en primer lugar, los estantes son dispuestos en el grupo, y en segundo lugar los refrigeradores son posicionados en el grupo. Al implantar los estantes, los estantes son en primer lugar emparejados y dispuestos en dos filas A y B de tal modo que la suma de flujo de aire para cada par de estantes y el flujo de aire total de estantes de la Fila A y de la Fila B son iguales o casi iguales. Al emparejar los estantes, el estante que tiene el menor flujo de aire de estante es emparejado con el estante que tiene el mayor de flujo de aire de estante, el estante que tiene el segundo menor flujo de aire de estante es emparejado con el estante que tiene el segundo mayor flujo de aire de estante, y así sucesivamente, hasta que todos los estantes son emparejados. Los estantes de cada par son dispuestos con uno de los estantes en la Fila A y el otro estante en la Fila B con las partes posteriores de los estantes enfrentadas entre sí (en una puesta en práctica de pasillo frío, las partes frontales de los estantes estarían enfrentadas entre sí). Para escenarios con un número impar de estantes, el estante que tiene el mayor flujo de aire es emparejado con un estante ficticio que no tiene flujo de aire.

Los pares de estantes son a continuación dispuestos en la Fila A y en la Fila B seleccionando en primer lugar el primer par (estante con el menor flujo de aire y estante con el mayor flujo de aire) y colocando a continuación los otros pares de estantes alternativamente a cada lado del primer par de tal modo que el estante de menor flujo de aire de un par obtiene el estante de mayor flujo de aire de otros pares como sus vecinos. La Tabla 2 muestra los estantes de la Tabla 1 dispuestos de acuerdo con el proceso anteriormente descrito.

Tabla 2, Pares de Estantes Dispuestos en Fila A y Fila B

Fila A, flujo de aire de Estante (l·s-1)	226,5	604	151	377,5
Fila B, flujo de aire de Estante (l·s-1)	453	75,5	528,5	302
Flujo de aire de Rebanada de Estante (l·s-1)	679,6	679,6	679,6	679,6

A continuación en el proceso, se calcula el flujo de aire total de estante para cada par de estantes (denominado aquí como "rebanada de estante"). Este total está mostrado en la Tabla 2. En el ejemplo, el flujo de aire en cada rebanada de estante es de 679,6 l·s-1 con un flujo de aire total de estante para cada fila igual a 1359,2 l·s-1, haciendo una distribución uniforme de flujo de aire de calentamiento en la implantación del grupo. El ejemplo descrito anteriormente es una cierta manera de una solución ideal, y en otros ejemplos, los flujos de aire pueden no ser iguales, pero el proceso trabaja hacia el equilibrio de los flujos de aire a través de cada rebanada y para cada fila.

Pueden ser necesarios más refrigeradores en el grupo para capturar el aire de evacuación del estante si hay situado un flujo de aire de estante grande en los extremos de la fila. Por ello, en una realización para casos en los que un estante en un extremo de una fila tenga un flujo de aire mayor que el del estante adyacente al mismo en la misma fila; la posición de estos dos estantes es intercambiada.

La Tabla 3 muestra los estantes de la Tabla 2 dispuestos de nuevo para mover los estantes de flujo de aire elevado de los extremos del grupo. En la Tabla 3, la posición del estante con un flujo de aire de 377,6 l·s-1 es cambiado con el del estante con 151 l·s-1 en el lado derecho de la Fila A y la posición del estante con un flujo de aire de 453 l·s-1 es cambiada con la del estante que tiene un flujo de aire de 75,5 l·s-1 en el lado izquierdo de la Fila B.

Tabla 3, Nueva disposición de Estantes en la Tabla 2

Fila A (flujo de aire, l·s-1)	226,5	604	377,5	151
Fila B (flujo de aire, l·s-1)	75,5	453	528,5	302

Después de posicionar los estantes en el grupo, en una realización, el proceso realizado por la herramienta determina el número y situación de refrigeradores en el grupo. El número de refrigeradores necesario puede ser determinado basándose en el flujo de aire total del estante y en la relación de aire objetivo, y el número de refrigeradores necesario está directamente relacionado con la redundancia deseada de refrigeración. Un valor grande de relación de aire objetivo corresponde a una elevada redundancia de refrigeración y viceversa. Por ejemplo, un valor mayor de relación de aire objetivo sería utilizado para conseguir una redundancia de refrigeración "n+2" de lo que se requeriría para conseguir "n+1". El número de refrigeradores en un grupo es calculado utilizando la Ecuación 1 siguiente:

$$\text{N}^\circ \text{ de refrigeradores} = (\text{Flujo de Aire Total de Estante}) \cdot (\text{ARObjetivo}) / (\text{Flujo de aire de un solo refrigerador})$$

Ecuación (1)

En la Ecuación 1, como, el número de refrigeradores no puede ser fraccionario; el resultado es redondeado hasta el siguiente número entero. Aplicando la Ecuación (1) al ejemplo descrito anteriormente con referencia a la Tabla 3, utilizando refrigeradores que tienen 1368,7 l·s-1 y un valor de ARObjetivo de 1,2, se obtiene como resultado un valor de 2,38, redondeado hasta 3 refrigeradores. El ARObjetivo es la relación de aire objetivo. La relación de aire es definida como la relación del flujo de aire de refrigeración total al flujo de aire de estante total. El AR debe ser mayor que 1 y en una realización, el valor de ARObjetivo es 1,2. Los tres refrigeradores son divididos entre las filas A y B basándose en el flujo de aire total de estante de las filas. En el ejemplo de la Tabla 3, el flujo de aire total de los estantes de la Fila A y el de la Fila B son iguales, dos refrigeradores son asignados arbitrariamente a la Fila A, y un refrigerador es asignado a la Fila B. Si las filas no fueran de la misma longitud, entonces los refrigeradores podrían ser colocados para hacer las filas de longitud más igual.

A continuación, debe determinarse la posición del refrigerador en las filas. En una realización, como los refrigeradores tienen menos capacidad para capturar el aire de evacuación procedente de los estantes si están situados en los extremos del grupo, los extremos no son considerados como una posición posible para los refrigeradores, y por consiguiente, los refrigeradores son colocados entre estantes. Para el ejemplo de la Tabla 3, hay tres posibles posiciones de refrigerador en cada fila entre estantes. Estas posiciones son denominadas generalmente como rebanadas de refrigerador aquí, y en general para un número r de pares o rebanadas de estante en un grupo, hay r-1 rebanadas de refrigerador. También, puede incluirse más de un refrigerador en cada rebanada de refrigerador. La Tabla 4 muestra el flujo de aire total combinado para cada rebanada de estante para el ejemplo de la Tabla 3, tres posibles posiciones de refrigerador j1, j2 y j3, y cuatro rebanadas de estante i1, i2, i3 e i4.

Tabla 4: Flujo de Aire de Rebanada de Estante y Posibles Posiciones de Refrigerador

Flujo de aire Combinado	302	Refrigeradores	1057,2	Refrigeradores	906,2	Refrigeradores	453
	i1	j1	i2	j2	i3	j3	i4

Los refrigeradores en cada posición de rebanada de refrigerador tienen un potencial para capturar el aire caliente de evacuación procedente de cada posición de rebanada de estante. Este potencial disminuye con el aumento de distancia entre la posición de rebanada del refrigerador y la posición de rebanada de estante y aumenta con el aumento de magnitud del flujo de aire de rebanada de estante o del flujo de aire de rebanada de refrigerador. El flujo de aire total que puede ser capturado desde una rebanada de estante por refrigeradores desde todas las rebanadas de refrigerador puede ser determinado utilizando la Ecuación 2.

para i=1,2,.....r (número de rebanadas de estante)

$$S_i^* = \sum_{j=1}^{r-1} A_{ij} n_j^c \tag{Ecuación (2)}$$

donde,

para j=1,2,.....(r-1) o número de rebanadas de refrigerador

$$A_{ij} = \frac{y_i Q_j^c}{\sum_{i=1}^r y_i}, y_i = \begin{cases} S_i, \text{ para } (i-j) = 0 \text{ o } 1 \\ \frac{S_i}{p^{(j-i)}}, \text{ para } (i-j) < 0 \\ \frac{S_i}{p^{(i-j-1)}}, \text{ para } (i-j) > 1 \end{cases} \tag{Ecuación (3)}$$

donde,

AR es la Relación de Aire, definida como la relación de flujo de aire total de refrigeración y el flujo de aire total de estante.

Si es el flujo de aire de la rebanada de estante en la situación de rebanada de estante iésima

Si* es la cantidad de flujo de aire que puede ser capturada a partir de la rebanada de estante iésima por refrigeradores en todas las rebanadas de refrigerador.

p es una constante (por ejemplo 2, 10, etc.). Un valor grande para esta constante implica una disminución drástica en un efecto de captura del refrigerador con una distancia creciente entre rebanadas de refrigerador y de estante. El valor de p=10 es observado como una elección razonable para casos prácticos y es utilizada en al menos algunas realizaciones del invento.

n_j es el número de refrigeradores en la posición jésima de rebanada de refrigerador.

Q_j es la tasa de flujo de aire de un refrigerador (por ejemplo 1368,7 l·s⁻¹ para refrigeradores de tipo IRRC o "c") en la rebanada jésima de refrigerador.

A_{ij} puede ser considerado un "coeficiente de captura" ya que se refiere al número de refrigeradores en cualquier rebanada de refrigerador a la cantidad de flujo de aire de estante que puede ser capturada en cualquier

rebanada de estante.

En al menos una realización, la herramienta proporciona una implantación que distribuye el flujo de aire de estante y el flujo de aire de refrigeración sustancialmente de forma uniforme en la implantación del grupo. Con flujos de aire de rebanada de estante colocados uniformemente, la siguiente operación es posicionar los refrigeradores. Esto puede conseguirse colocando los refrigeradores de tal modo que el producto de Relación de Aire (AR) y el flujo de aire de rebanada de estante coincidan con el flujo de aire que puede ser capturado por los refrigeradores desde una rebanada de estante (calculado utilizando la Ecuación (2)). Matemáticamente, es un problema de minimización con la siguiente función de coste:

$$\sum_{i=1}^r (ARXS_i - S_i^*)^2$$

10 Con las limitaciones

$$\sum_{j=1}^{r-1} n_j^c = N^{\circ} \text{ de refrigeradores y } 0 \leq n_j^c \leq N^{\circ} \text{ de refrigeradores}$$

Este problema es resuelto en algunas realizaciones utilizando algoritmos de optimización estándar (por ejemplo por el método de ramificación y acotamiento, etc.). En otra realización, una simple aproximación que es rápida y barata desde el punto de vista de cálculo es utilizada para resolver el problema de la minimización. Esta aproximación será descrita continuación con referencia a la fig. 4 que muestra un diagrama de flujo para un proceso 500 para la determinación del número de refrigeradores en todas las rebanadas de refrigerador. En una primera etapa 502 del proceso 500, se lleva a cabo una determinación en cuanto a si hay un solo refrigerador. Si hay sólo un refrigerador, entonces en la etapa 504, el refrigerador es colocado en una posición central de rebanada de refrigerador, y en la etapa 542, el proceso 500 termina.

20 Si hay más de un refrigerador en la etapa 502, entonces el proceso 500 prosigue a la etapa 506 donde un refrigerador es colocado en la primera posición de rebanada $j=1$. En 508, se hace a continuación una determinación en cuanto a si la cantidad de flujo de aire que puede ser capturada desde la 1ª rebanada de estante por todos los refrigeradores colocados (solamente un refrigerador en este punto en el proceso) es mayor que el producto del flujo de aire desde la primera rebanada de estante y la relación de aire AR. Si el resultado del bloque de terminación 508 es SI, entonces la posición óptima del primer refrigerador puede no ser en $j=1$, y en el bloque 510, el primer refrigerador es movido a la siguiente posición de rebanada de refrigerador y en 512, se lleva a cabo de nuevo una determinación en cuanto a si la cantidad de flujo de aire que puede ser capturada desde la 1ª rebanada de estante por todos los refrigeradores colocados (solamente un refrigerador en este punto en el proceso) es mayor que el producto del flujo de aire desde la primera rebanada de estante y la relación de aire AR. Las etapas 510 y 512 son repetidas hasta que el resultado de la etapa 512 es NO, y entonces en la etapa 514 el primer refrigerador es colocado en la rebanada j actual. También, si el resultado de la etapa 508 es NO, entonces el proceso prosigue a la etapa 514. En la etapa 515, se lleva a cabo una determinación en cuanto a si todos los refrigeradores han sido colocados. Si el resultado de la etapa 515 es SI, entonces el proceso prosigue a la etapa 536 y continúa como se ha descrito adicionalmente a continuación.

35 Si el resultado de la etapa 515 es NO, entonces el proceso 500 prosigue a la etapa 516, donde el segundo refrigerador es colocado en la última posición de rebanada de refrigerador sobre la derecha en la posición $j=r-1$ (donde r es igual al número total de rebanadas de estante). En la etapa 518 se lleva a cabo a continuación una determinación en cuanto a si la cantidad de flujo de aire que puede ser capturada desde la rebanada r de estante por todos los refrigeradores colocados es mayor que el producto del flujo de aire desde la rebanada r de estante y la relación de aire AR. Si el resultado del bloque de terminación 518 es SI, entonces la posición óptima del segundo refrigerador puede no ser en $j= r-1$, y en el bloque 520, el segundo refrigerador es movido a la siguiente posición de rebanada de refrigerador a la izquierda ($j=j-1$) y en la etapa 522, se lleva a cabo de nuevo una determinación en cuanto a si la cantidad de flujo de aire que puede ser capturada desde la rebanada r de estante por todos los refrigeradores colocados es mayor que el producto del flujo de aire desde la rebanada r de estante y la relación de aire AR. Las etapas 520 y 522 son repetidas hasta que el resultado de la etapa 522 es NO, y entonces en la etapa 524 el segundo refrigerador es colocado en la rebanada j actual. También, si el resultado de la etapa 518 es NO, el proceso prosigue a la etapa 524.

El proceso 500 prosigue entonces a la etapa 526 donde se lleva a cabo una determinación en cuanto a si todos los refrigeradores han sido colocados. Si el resultado de la etapa 526 es NO, entonces el proceso se mueve a las etapas 528 y 530 donde el siguiente refrigerador es colocado en una posición de rebanada de refrigerador que es adyacente a la última posición de rebanada de refrigerador utilizada desde el lado izquierdo. En la etapa 532 se lleva a cabo una determinación en cuanto a si la cantidad de flujo de aire que puede ser capturada desde la

rebanada j de estante por todos los refrigeradores colocados es mayor que el producto del flujo de aire desde la rebanada j de estante y la relación de aire AR. Si el resultado del bloque de determinación 532 es SI, entonces la posición óptima del refrigerador actual puede ser en la posición actual, y en el bloque 530, el refrigerador actual es movido a la siguiente posición de rebanada de refrigerador a la derecha ($j=j+1$). Las etapas 530 y 532 son repetidas hasta que el resultado de la etapa 532 es NO, y a continuación en la etapa 534 el segundo refrigerador es colocado en la rebanada j actual. Las etapas 527 532 son repetidas hasta que todos los refrigeradores han sido colocados.

Una vez que todos los refrigeradores han sido colocados, entonces el proceso 500 prosigue a la etapa 536 donde se determina si existe más de un refrigerador en cada rebanada de refrigerador. Si el resultado de la etapa 536 es SI, entonces el proceso se mueve a la etapa 538, donde se lleva a cabo una determinación en cuanto a si los flujos de aire de estante adyacente a cada rebanada de refrigerador son mayores que el flujo de aire combinado de múltiples refrigeradores en la rebanada de refrigerador. Esta operación ayuda a distribuir el flujo de aire de refrigeración más uniformemente a lo largo de todo el grupo moviendo el refrigerador o refrigeradores hacia el centro del grupo. Si el resultado de la etapa 538 es SI, entonces en la etapa 540 uno de los refrigeradores es movido a la siguiente posición de refrigerador a la izquierda, a menos que la rebanada actual sea la última rebanada. Si el resultado de la etapa 538 ó 536 es NO, o después de la etapa 540, entonces el proceso termina en la etapa 542.

La Tabla 5 muestra la distribución de refrigeradores entre rebanadas de refrigerador.

Tabla 5: Muestra la Distribución de Refrigeradores Entre Rebanadas de Estante

Flujo de aire de rebanada de estante (I-s-1) o refrigeradores "IRRC"	302	1 IRRC	1057, 2	1 IRRC	906,2	1 IRRC	453
--	-----	-----------	------------	-----------	-------	-----------	-----

Una vez que el número de refrigeradores requerido en todas las rebanada de refrigerador es determinado, la última operación es colocar los estantes y refrigeradores en una implantación en grupo. El refrigerador o refrigeradores requeridos en diferentes rebanadas de refrigerador son divididos entre la Fila A y la Fila B de tal modo que ambas filas están tan próximas como sea posible a la misma longitud. La fig. 5 muestra la implantación final para el ejemplo considerado aquí. Como puede verse, los estantes y refrigeradores están distribuidos uniformemente con todos los estantes teniendo un índice de captura del 100%. Una vez que se ha determinado la implantación, puede ser presentada y los estantes y refrigeradores pueden ser instalados en el centro de datos de acuerdo con la implantación.

En realizaciones descritas anteriormente, están descritas las herramientas para evaluar centros de datos que contienen CRAC y estantes de equipamiento. Como puede ser fácilmente comprendido por un experto en la técnica, en otras realizaciones, pueden utilizarse procesos y sistemas con proveedores de refrigeración distintos de los CRAC y con consumidores de refrigeración distintos de los estantes de equipamiento.

En realizaciones descritas aquí, las implantaciones de grupo de estantes de refrigeradores y de equipamiento que satisfacen los criterios de refrigeración son determinadas y presentadas a un usuario. En otra realización, la implantación determinada puede ser utilizada como una entrada a un algoritmo de optimización para proporcionar una optimización adicional del rendimiento de refrigeración del grupo. Los algoritmos de optimización utilizados pueden estar basados, por ejemplo, en algoritmos genéticos o métodos de ramificación y acotación. Dentro del algoritmo de optimización, el rendimiento de refrigeración de cada implantación candidata puede ser determinado a partir de dinámicas del fluido de cálculo, o algoritmos en tiempo real basados en modelos de CVA, de Superposición, de Redes Neuronales, algebraico, de PDA-CFD, etc. Realizaciones del invento son útiles con estas técnicas más complejas ya que pueden reducir en gran medida el tiempo para realizar una optimización, ya que la entrada a los algoritmos son soluciones que satisfacen los criterios de refrigeración.

En ciertos ejemplos descritos aquí, soluciones proporcionadas por las herramientas pueden proporcionar implantaciones descritas como implantaciones optimizadas o implantaciones casi optimizadas. Aunque que no se garantizan implantaciones completamente optimizadas, las soluciones proporcionadas por tales herramientas son generadas rápidamente y satisfacen los criterios especificados.

En realizaciones del invento, una redundancia de refrigeración especificada puede ser utilizada como parte de los criterios de refrigeración, y la implantación de grupo puede ser diseñada para satisfacer la redundancia de refrigeración.

Como es comprendido fácilmente por un experto en la técnica dado el beneficio de esta descripción, las herramientas descritas aquí pueden ser utilizadas para aplicaciones de pasillo frío y para aplicación que utiliza

pisos realizados o elevados con tejas perforadas que actúan como los proveedores de refrigeración. Las tejas perforadas pueden ser los únicos proveedores de refrigeración en la aplicación o pueden ser utilizadas en unión con refrigeradores en fila. Además, las herramientas pueden ser utilizadas con una variedad de anchura de estante, incluyendo un pasillo frío que tiene un pasillo de 1,83 m cubierto con tres filas de tejas perforadas.

5 En al menos algunas realizaciones del invento descritas aquí, el rendimiento de evaluaciones y cálculos en tiempo real se refiere a procesos que son completados en cuestión de unos pocos segundos o menos en lugar de en varios minutos o más como puede suceder con cálculos complejos, tales como los que implican cálculos típicos de dinámica de fluidos.

10 Habiendo sido descritos así varios aspectos de al menos una realización de este invento, ha de apreciarse que a los expertos en la técnica se le ocurrirán fácilmente distintas alteraciones, modificaciones y mejoras. Tales alteraciones, modificaciones y mejoras están destinadas a formar parte de esta descripción. Por consiguiente la descripción y dibujos anteriores son a modo de ejemplo solamente.

REIVINDICACIONES

1.- Un método puesto en práctica por ordenador para proporcionar una implantación de equipamiento en un centro de datos, incluyendo el equipamiento una pluralidad de estantes de equipamiento, y al menos un proveedor de refrigeración, comprendiendo el método:

5 recibir datos relativos al consumo de flujo de aire para cada una de la pluralidad de estantes de equipamiento y capacidad de refrigeración de al menos el proveedor de refrigeración;

almacenar los datos recibidos;

determinar una implantación del centro de datos;

presentar la implantación del centro de datos; y

10 en el que determinar una implantación incluye:

emparejar cada estante de equipamiento de la pluralidad de estantes de equipamiento con otro estante de equipamiento de la pluralidad de estantes de equipamiento basándose en el consumo de flujo de aire de cada uno de la pluralidad de estantes de equipamiento para crear una pluralidad de pares de estantes de equipamiento;

15 determinar un valor de consumo de flujo de aire combinado para cada uno de los pares de estantes de equipamiento;

disponer los pares de estantes de equipamiento para formar un grupo de dos filas de estantes de equipamiento basándose en el valor de consumo de energía combinado de los estantes de equipamiento, en el que cada par incluye un estante de equipamiento en una primera fila del grupo y un estante de equipamiento en una segunda fila del grupo; y

20 determinar una posición de al menos el proveedor de refrigeración en el grupo.

2.- El método según la reivindicación 1, en el que emparejar cada estante de equipamiento puede incluir emparejar un estante de equipamiento que consume el mayor flujo de aire con un estante de equipamiento que consume el menor flujo de aire, y emparejar un estante de equipamiento que consume el segundo mayor flujo de aire con un estante que consume el segundo menor flujo de aire.

25

3.- El método según la reivindicación 2, en el que disponer los pares de estantes de equipamiento incluye:

identificar un par de estantes que tiene un mayor valor de consumo de flujo de aire combinado, un par de estantes que tiene un menor valor de consumo de flujo de aire combinado, y un par de estantes que tiene un segundo menor valor de consumo de flujo de aire combinado; y

30 posicionar el par de estantes que tienen el mayor valor de consumo de flujo de aire combinado en una posición en el centro del grupo, disponer el par de estantes que tienen el menor valor de consumo de flujo de aire combinado en un primer extremo del grupo, y disponer el par de estantes que tiene el segundo menor valor de consumo de potencia combinado en un segundo extremo del grupo.

4.- El método según la reivindicación 3, en el que determinar una posición para al menos el proveedor de refrigeración incluye determinar una posición interior para al menos el proveedor de refrigeración adyacente a dos estantes de equipamiento.

35

5.- El método según la reivindicación 1, que comprende además recibir información relacionada con una redundancia de refrigeración deseada para al menos uno de los estantes de equipamiento, y en el que determinar una implantación incluye determinar una implantación basada al menos en parte en la información relacionada con una redundancia de refrigeración deseada.

40

6.- El método según la reivindicación 1, que comprende además después de determinar la implantación, proporcionar una implantación optimizada utilizando una rutina de optimización.

7.- El método según la reivindicación 1, que comprende además posicionar el equipamiento en el centro de datos de acuerdo con la implantación determinada.

45 8.- Un sistema para proporcionar una implantación de equipamiento en un centro de datos, incluyendo el equipamiento una pluralidad de estantes de equipamiento, y al menos un proveedor de refrigeración, comprendiendo el sistema:

una pantalla de presentación;

un dispositivo de almacenamiento;

una interfaz; y

- 5 un controlador acoplado a la pantalla de presentación, al dispositivo de almacenamiento y a la interfaz y configurado para:

recibir a través de la interfaz datos relativos al consumo de flujo de aire para cada uno de la pluralidad de estantes de equipamiento y a la capacidad de refrigeración de al menos un proveedor de refrigeración;

almacenar los datos recibidos en el dispositivo de almacenamiento;

- 10 determinar una implantación del centro de datos, y

presentar la implantación del centro de datos en la pantalla de presentación;

en el que determinar una implantación incluye:

- 15 emparejar cada estante de equipamiento de la pluralidad de estantes de equipamiento con otro estante de equipamiento de la pluralidad de estantes de equipamiento basándose en el consumo de flujo de aire de cada uno de la pluralidad de estantes de equipamiento para crear una pluralidad de pared de estantes de equipamiento;

determinar un valor de consumo de flujo de aire combinado para cada uno de los pares de estantes de equipamiento;

- 20 disponer los pares de estantes de equipamiento para formar un grupo de estantes de equipamiento de dos filas basándose en el valor de consumo de flujo de aire combinado de los estantes de equipamiento, en el que cada par incluye un estante de equipamiento en una primera fila del grupo y un estante de equipamiento en una segunda fila del grupo; y

determinar una posición de al menos el proveedor de refrigeración en el grupo.

- 25 9.- El sistema según la reivindicación 8, en el que emparejar cada estante de equipamiento incluye emparejar un estante de equipamiento que consume el mayor flujo de aire con un estante de equipamiento que consume el menor flujo de aire, y emparejar un estante de equipamiento que consume el segundo mayor flujo de aire con un estante que consume un segundo menor flujo de aire.

10.- El sistema según la reivindicación 9, en el que disponer los pares de estantes de equipamiento incluye:

- 30 identificar un par de estantes que tiene un mayor valor de consumo de flujo de aire combinado, un par de estantes que tiene un menor valor de consumo de flujo de aire combinado, y un par de estantes que tienen un segundo valor menor de consumo de flujo de aire combinado; y

- 35 posicionar el par de estantes que tiene el mayor valor de consumo de flujo de aire combinado en una posición en el centro del grupo, disponer el par de estantes que tienen el menor valor de consumo de flujo de aire combinado en un primer extremo del grupo, y disponer el par de estantes que tiene el segundo menor valor de consumo de flujo de aire combinado en un segundo extremo del grupo.

11.- El sistema según la reivindicación 10, en el que determinar una posición para al menos el proveedor de refrigeración incluye determinar una posición interior para al menos el proveedor de refrigeración adyacente a dos estantes de equipamiento.

- 40 12.- El sistema según la reivindicación 8, en el que el controlador está además configurado para recibir información relacionada con una redundancia de refrigeración deseada para al menos uno de los estantes de equipamiento, y en el que determinar una implantación incluye determinar una implantación basándose al menos en parte sobre la información relacionada con una redundancia de refrigeración deseada.

- 45 13.- El sistema según la reivindicación 8, en el que el controlador está además configurado para determinar una implantación optimizada utilizando una rutina de optimización que tiene la implantación determinada como una entrada.

14.- Un medio legible por ordenador que tiene almacenado en él secuencias de instrucción que incluyen instrucciones para proporcionar una implantación de equipamiento en un centro de datos que hará que un procesador lleve a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

5

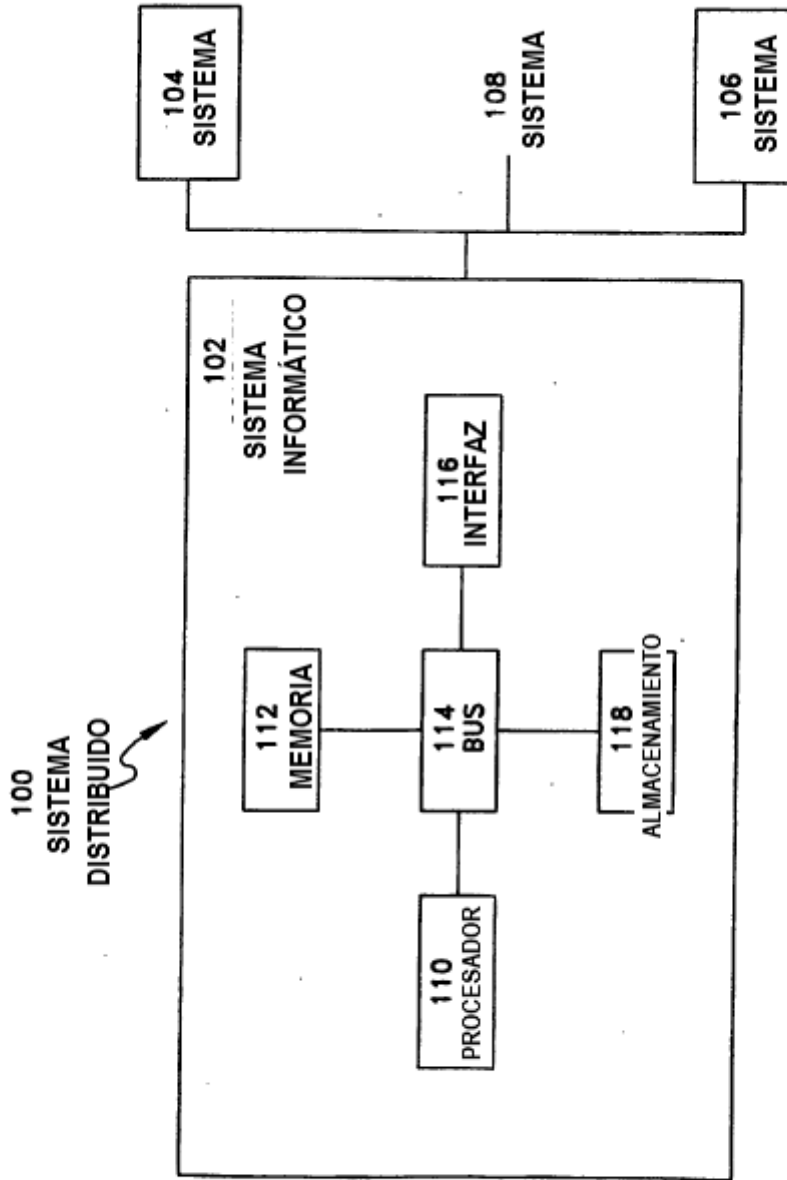


Figura 1

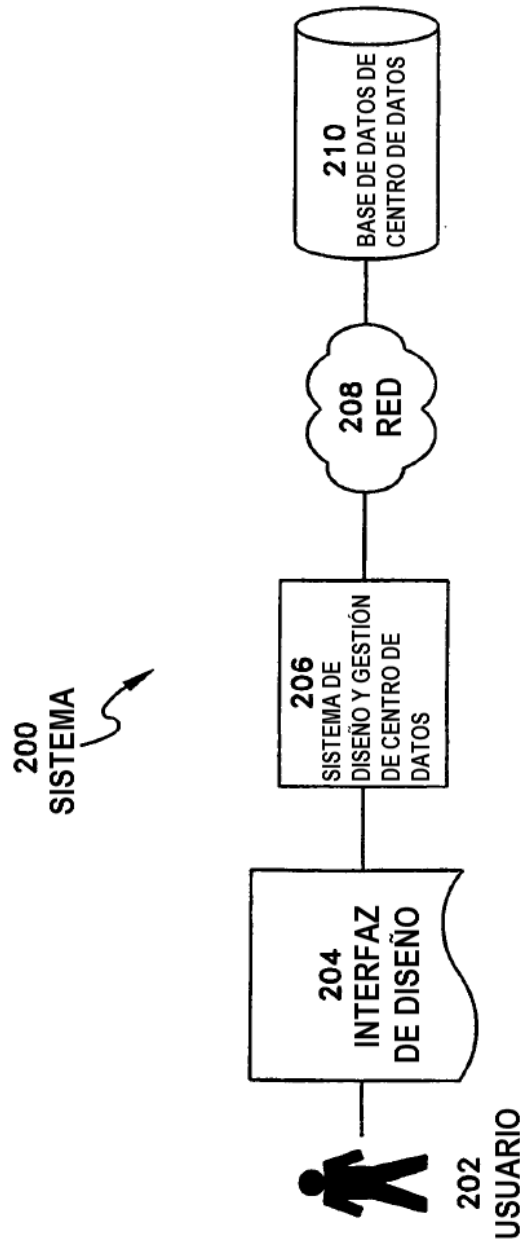


Figura 2

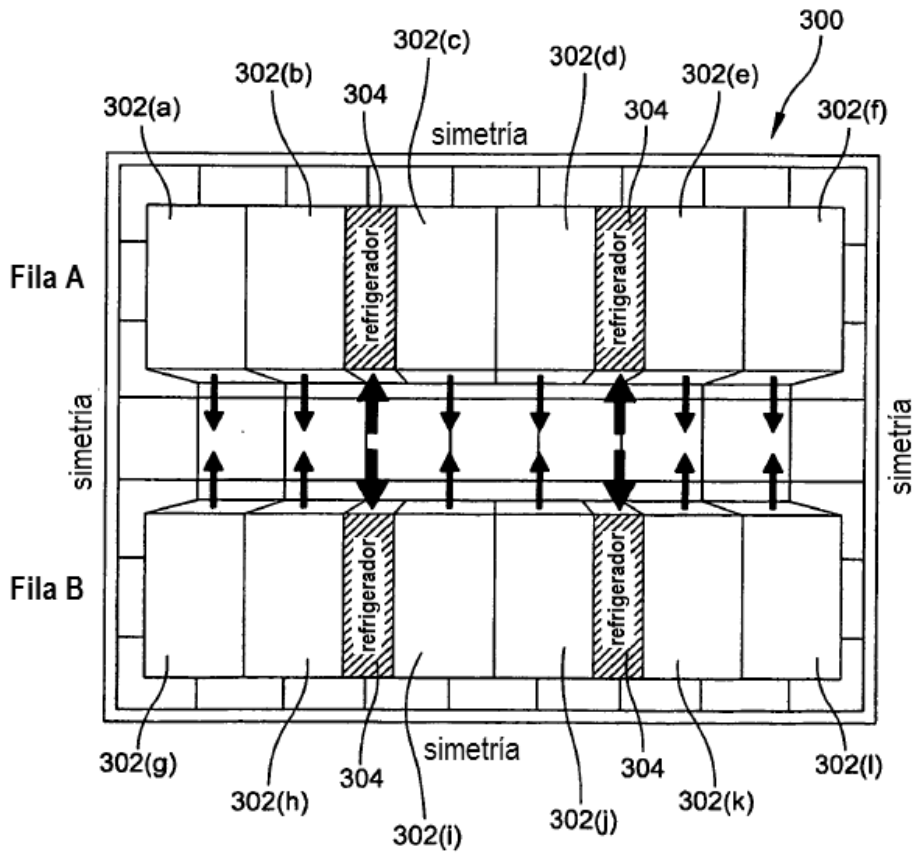


FIG. 3

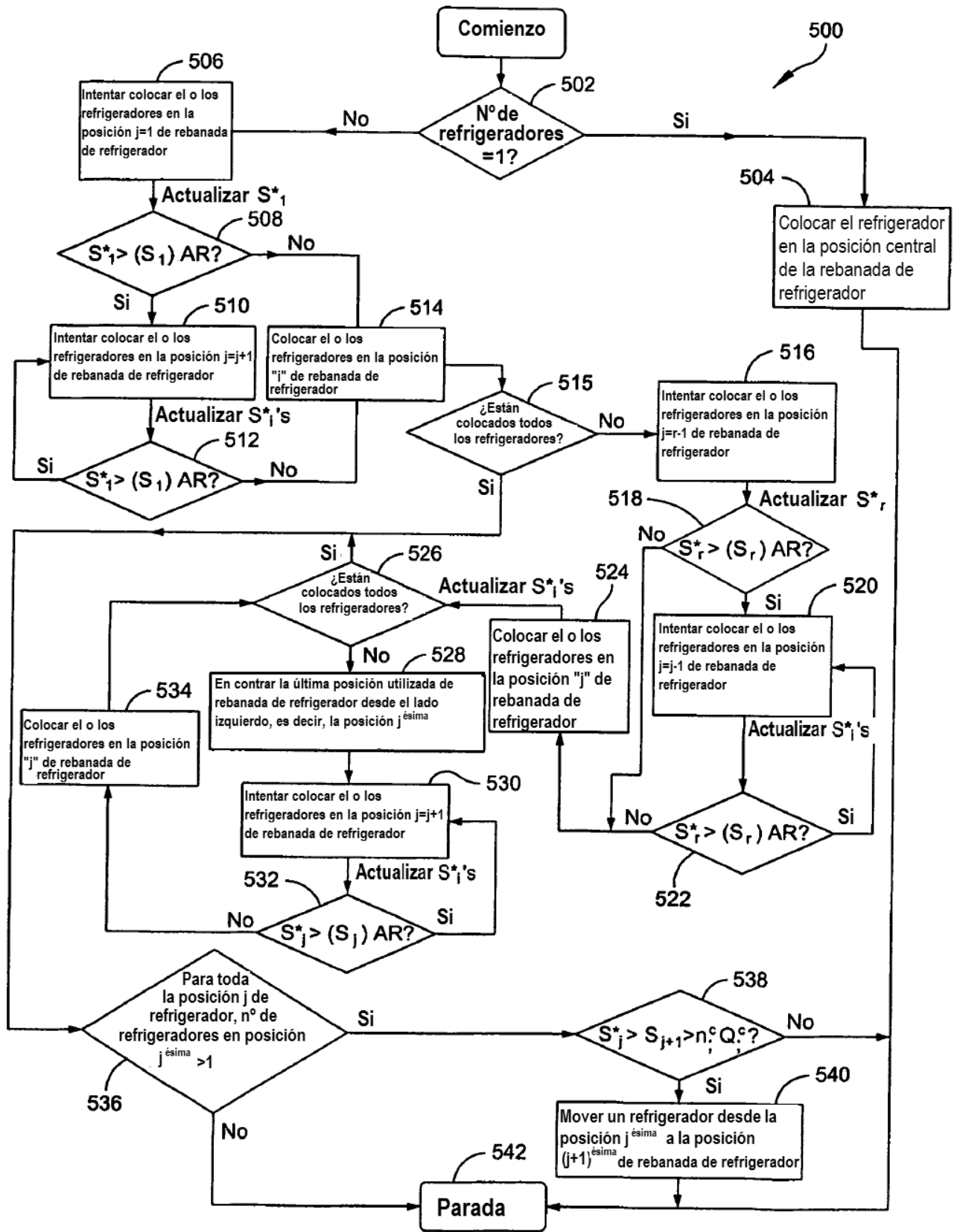


FIG. 4

potencia de estante (kW)	3,0		8,0	5,0		2,0
l.s ⁻¹ /kW de estante	75,5		75,5	75,5		75,5
flujo de aire de estante (l.s ⁻¹)	226,5		604	377,5		151
flujo de aire de refrigerador (l.s ⁻¹)		c			c	
Índice de Captura de estante/ Temperatura de refrigerador (°C)	100%		100%	100%		100%
Pasillo Caliente						
Índice de Captura de estante/ Temperatura de refrigerador (°C)	100%	100%		100%	100%	
flujo de aire de refrigerador (l.s ⁻¹)			c			
flujo de aire de estante (l.s ⁻¹)	75,5	453		528,5	302	
l.s ⁻¹ /kW de estante	75,5	75,5		75,5	75,5	
potencia de estante (kW)	1,0	6,0		7,0	4,0	

FIG. 5