(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 420 856**

(51) Int. Cl.:

H02J 3/14 (2006.01)
H02J 3/26 (2006.01)
G06F 1/26 (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2009 E 09789700 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 2301130**

(54) Título: **Métodos y sistemas para administrar la energía y la refrigeración de una instalación.**

(30) Prioridad:

16.06.2008 US 140187

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.08.2013

(73) Titular/es:

AMERICAN POWER CONVERSION CORPORATION (100.0%)
132 Fairgrounds Road
West Kingston, RI 02892, US

(72) Inventor/es:

LEHMANN, GERT;
DALGAS, MIKKEL y
HARMS, FLEMMING NICOLAS

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 420 856 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

Métodos y sistemas para administrar la energía y la refrigeración de una instalación.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

1. Campo de la invención
Las realizaciones de la invención se refieren, de forma general, a la administración de entidades, y más en particular a métodos y sistemas para administrar la energía de instalaciones.

2. Discusión de la técnica relacionada
Los centros de datos centralizados para equipamiento electrónico informático, de comunicaciones y otros se han estado utilizando desde hace varios años, y más recientemente con la utilización creciente de Internet, cada vez son más frecuentes los centros de datos a gran escala que proporcionan servicios de alojamiento para proveedores de servicio de Internet (ISPs, Internet Service Providers), proveedores de servicios de aplicaciones (ASPs, Application Service Providers) y proveedores de contenidos de Internet. Los típicos centros de datos centralizados contienen numerosos bastidores de equipamiento que requieren alimentación, refrigeración y conexiones a instalaciones de comunicaciones externas. En las salas de red y los centros de datos modernos, la necesidad creciente de equipamiento informático utilizado en estas instalaciones ha comprometido los sistemas de refrigeración y alimentación de las instalaciones. En el pasado, el consumo de energía habitual para cada caja de equipamiento en una instalación de datos era del orden de 1 kW. Con la utilización de servidores blade y equipamiento de alta densidad de energía en los bastidores de equipamiento, no es infrecuente que un bastidor de equipamiento tenga un consumo de energía de 10 kW e incluso de hasta 25 kW.

Existen varias herramientas que permiten a un administrador de un centro de datos monitorizar el uso de energía en una instalación. Estas herramientas incluyen los productos InfrastruXure® Manager y/o InfrastruXure® Central, de la firma American Power Conversion Corporation, de West Kingston, RI.

Están disponibles diversas herramientas para ayudar al diseñador de un centro de datos a configurar una distribución de un centro de datos para proporcionar alimentación y refrigeración al equipamiento a ubicar en dicho centro de datos. Habitualmente, estas herramientas ayudan a un diseñador a determinar los requisitos totales de alimentación y por consiguiente los requisitos globales de refrigeración para un centro de datos. Además, estas herramientas pueden ayudar a un diseñador a determinar la distribución óptima del equipamiento y el dimensionamiento adecuado del cableado de alimentación y los interruptores.

El documento EP 1777607 A1 da a conocer un método para determinar el consumo de energía de dispositivos de red.

COMPENDIO DE LA INVENCIÓN
En los centros de datos existentes, a menudo es deseable sustituir equipamiento con equipamiento actualizado y/o añadir nuevo equipamiento a las cajas existentes en la instalación. Con las crecientes necesidades de alimentación del equipamiento informático, es deseable que un administrador de centros de datos determine si existe la energía disponible adecuada en la instalación antes de que pueda añadirse equipamiento nuevo o de sustitución. El equipamiento de los centros de datos es fundamentalmente de una fase mientras que la distribución de energía de los grandes centros de datos es trifásica.

Habitualmente, un administrador de centros de datos puede conocer, o determinar, si la capacidad energética total del centro de datos es suficiente para el consumo de energía total. Sin embargo, la complejidad del sistema de distribución y el hecho de que la carga varíe en el tiempo dificulta que el personal distribuya manualmente la carga de manera precisa entre múltiples fases. Sobrecargar una fase de una fuente de alimentación, tal como una unidad de distribución de alimentación (PDU, power distribution unit) o una fuente de alimentación continua (UPS, uninterruptible power supply), puede conducir a una pérdida de la alimentación estable desde la fuente de alimentación, o causar que los interruptores se desconecten, perdiendo por lo tanto la carga.

En el pasado, cuando se sustituía equipamiento o se añadía nuevo equipamiento, los administradores de centros de datos podían utilizar simplemente una metodología de ensayo y error conectando manualmente un servidor, encendiéndolo, y comprobando si el interruptor se desconectaba debido a una sobrecarga, con el resultado lamentable de la pérdida de alimentación en un bastidor completo de servidores. Alternativamente, podían conectar el equipamiento después de evaluar la carga actual en la fuente de alimentación. Este enfoque expone asimismo el sistema a una potencial pérdida de alimentación en un bastidor completo si el equipamiento de datos conectado a la fuente de alimentación aumenta con el tiempo su consumo de energía. Otros enfoques que incluyen basarse en especificaciones o datos de consumo de energía calculados, notificados en informes de los fabricantes de equipamiento y asumen una distribución homogénea de la carga de alimentación entre las fases de una fuente de alimentación, o sobredimensionan drásticamente los sistemas de distribución y alimentación para reducir el efecto del equilibrio de fases, pueden ser imprecisos, ineficientes y costosos.

Los aspectos de la presente invención se refieren, de forma general, a la administración de entidades de centros de datos y sus recursos asociados. Un método y un aparato correspondiente proporcionan una determinación de la capacidad de alimentación disponible de una fase de una fuente de alimentación en un bastidor de centro de datos. El método incluye medir la energía de la fuente de alimentación y calcular el consumo de energía promedio de pico por cada fase de la fuente de alimentación. Utilizando los datos del consumo de energía promedio de pico por cada fase de la fuente de alimentación y del consumo de energía esperado correspondientes al equipamiento del centro de datos acoplado a la fuente de alimentación, la capacidad de alimentación disponible puede calcularse para cada fase de la fuente de alimentación. Un método y un correspondiente aparato para administrar equipamiento del centro de datos pueden utilizar los cálculos de capacidad de alimentación disponible basados en fases, para determinar la ubicación óptima del nuevo equipamiento de centro de datos dentro de una configuración del centro de datos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los dibujos adjuntos no pretenden estar dibujados a escala. En los dibujos, cada componente idéntico o casi idéntico que se muestra en varias figuras se representa mediante un numeral similar. Para mayor claridad, pueden no estar etiquetados todos los componentes en todos los dibujos. En los dibujos:

la figura 1 es una vista superior de un centro de datos del tipo con el que pueden utilizarse las realizaciones de la presente invención;
la figura 2 es una vista lateral del centro de datos de la figura 1;
la figura 3 es un diagrama de bloques funcional acorde con una realización de la presente invención;
la figura 4 es un diagrama de flujo de un proceso que puede implementarse utilizando el sistema de la figura 3, de acuerdo con una realización de la presente invención;
la figura 5 es un diagrama que muestra la información de la instalación, que puede visualizarse utilizando por lo menos una realización de la invención;
las figuras 6A y 6B son diagramas que muestran información adicional que puede mostrarse utilizando realizaciones de la invención.
las figuras 7A y 7B muestran pantallas de interfaz gráfica del usuario que presentan diversos aspectos de la presente invención que pueden utilizarse con la información mostrada en las figuras 6A y 6B;
la figura 8 es un diagrama que muestra información adicional que puede mostrarse utilizando otras realizaciones de la invención;
las figuras 9A y 9B muestran pantallas de interfaz gráfico del usuario que presentan diversos aspectos de la presente invención que pueden utilizarse con información mostrada en la figura 8;
la figura 10 es un diagrama de bloques funcional de un sistema de administración acorde con una realización de la invención;
la figura 11 es un diagrama de flujo de un proceso de administración acorde con una realización de la invención;
la figura 12 es un diagrama de bloques funcional del sistema informático que puede utilizarse en realizaciones de la invención;
la figura 13 es un diagrama de bloques funcional de un sistema de almacenamiento que puede utilizarse con el sistema informático de la figura 12;
la figura 14 muestra una pantalla de interfaz gráfica de usuario que presenta diversos aspectos de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Esta invención no se limita en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de componentes definidos en la siguiente descripción o mostrados en los dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones y de ser puesta en práctica o llevada a cabo de diversas maneras. Asimismo, la fraseología y la terminología utilizadas en el presente documento tienen un propósito descriptivo y no pueden considerarse como limitativas. En el presente documento, se entiende que la utilización de "incluye", "comprende" o "tiene", "contiene", "implica" y variaciones de los mismos abarca los elementos enumerados a continuación y equivalentes de los mismos, así como elementos adicionales.

Las realizaciones de la presente invención pueden utilizarse para diseñar, administrar y retroadaptar un centro de datos, tal como el centro de datos 100 que se muestra en las figuras 1 y 2, mostrando la figura 1 una vista superior del centro de datos 100 y mostrando la figura 2 una vista lateral del centro de datos 100. Tal como se describe a continuación en mayor detalle, el diseño de la distribución del centro de datos 100, que incluye varias fuentes del centro de datos así como consideraciones de alimentación y refrigeración, puede realizarse utilizando sistemas y procesos de realizaciones de la presente invención. Un recurso de centro de datos puede incluir, por ejemplo, cualquier característica de un centro de datos que soporta y/o asegura la funcionalidad del equipamiento del centro de datos. Ejemplos de recursos de centros de datos incluyen alimentación, refrigeración, espacio físico, soporte de peso, capacidad de control de equipamiento remoto, seguridad física y lógica y conectividad de red física y lógica. Los recursos de centro de datos de alimentación pueden incluir recursos de distribución de alimentación, tal como transformadores, PDUs y salidas, y energía disponible para distribución, tal como alimentación de la red eléctrica suministrada al centro de datos, alimentación generada mediante un generador in situ y alimentación suministrada mediante UPSs. Los recursos de espacio físico en un centro de datos pueden incluir el espacio en planta del centro de datos y espacio en U de bastidores. Los recursos de refrigeración en un centro de datos pueden incluir la

capacidad de distribución de refrigeración y la capacidad de generación de refrigeración. Los recursos de seguridad física en un centro de datos pueden incluir cámaras de seguridad y cerraduras de puertas. Los recursos de conectividad de red lógica en un centro de datos puede incluir redes de área local virtuales, servidores de nombre de dominio y servicios de protocolo de configuración dinámica de anfitriones. Los recursos de conectividad de red física pueden incluir cableado de la red y paneles de interconexión. Los recursos de capacidad de control de equipamiento remoto en un centro de datos pueden incluir servicios de teclado-video-ratón.

Sin embargo, las realizaciones de la invención no están limitadas a su utilización con centros de datos tal como los mostrados en las figuras 1 y 2, y pueden utilizarse con otras instalaciones que no incluyan pisos elevados, y pueden utilizarse con instalaciones que alojen otro equipamiento diferente al equipamiento informático, incluyendo instalaciones de telecomunicaciones y otras instalaciones. Además, las realizaciones de la presente invención pueden utilizarse con distribuciones de piso elevado y equipamiento que no estén claramente dispuestas de la manera mostrada en las figuras 1 y 2. Las realizaciones de la presente invención pueden utilizar sistemas, dispositivos y métodos descritos en la solicitud de patente de EE.UU. número 10/038 106, presentada el 2 de enero de 2002, titulada "Rack Power System and Method", que se incorpora al presente documento en su integridad como referencia.

El centro de datos 100 incluye filas de bastidores 102A, 102B, 102C y 102D, unidades de refrigeración 104A y 104B y un piso elevado 106. Cada una de las filas incluye bastidores 108, de los que por lo menos cierto número pueden adsorber aire frío desde la parte frontal del bastidor y devolver aire caliente a la parte posterior o superior, o posterior y superior, del bastidor. Cada bastidor puede contener posiciones de espacio en U diseñadas para alojar equipamiento de centro de datos montados en bastidores, tal como por ejemplo, servidores, equipamiento de refrigeración y equipamiento de conectividad de red.

La figura 3 es un diagrama de bloques funcional de un sistema para diseñar, monitorizar y actualizar equipamiento instalado en un centro de datos, tal como el centro de datos 100 de la figura 1, en el que pueden utilizarse los principios de la invención. Este equipamiento puede incluir equipamiento montado en bastidores, tal como servidores, dispositivos de almacenamiento y equipamiento de conectividad de red, y equipamiento montado en el suelo, tal como unidades de distribución de alimentación trifásica y CRACs. La figura 3 muestra un diagrama de bloques funcional de un sistema 200 de diseño y administración. Las realizaciones de la invención no se limitan a las funciones dadas a conocer mediante los bloques funcionales o a la disposición particular de los bloques. Además, las funciones proporcionadas por el sistema 200 no tienen por qué implementarse en un sistema informático, sino que pueden implementarse utilizando una serie de dispositivos en red, tal como se describe más adelante, que proporcionan las funciones descritas. Además, las realizaciones concretas pueden tener más o menos funciones y módulos funcionales respecto de aquellas descritas a continuación haciendo referencia a la figura 3. En diferentes realizaciones, las funciones descritas haciendo referencia a la figura 3 pueden llevarse a cabo en un procesador o un controlador, o pueden estar distribuidas a través de una serie de diferentes dispositivos.

El sistema 200 incluye un módulo de entrada 202, un módulo de visualización 204, un módulo confeccionador 206, un módulo 208 de administración de instalaciones, un módulo 210 de integración, un módulo 212 de bases de datos y un módulo 218 de órdenes de trabajo. El módulo de entrada 202 proporciona una interfaz para permitir a los usuarios introducir datos al sistema 200. El módulo de entrada 202 puede incluir, por ejemplo, uno de una serie de dispositivos de entrada de usuario conocidos, para sistemas informáticos, y además, por lo menos en una realización, pueden ser introducidos en el sistema datos electrónicos relativos a una instalación y/o a equipamiento, a cargar en una instalación a través de una interfaz de red o utilizando un lector electrónico de almacenamiento de medios. La información puede fluir entre estos módulos utilizando una técnica conocida. Dichas técnicas incluyen pasar la información sobre la red mediante TCP/IP, pasar la información entre módulos en la memoria y pasar la información escribiendo en un archivo, base de datos u otra entidad de almacenamiento, tal como un dispositivo de almacenamiento, un disco u otro tipo de entidad de almacenamiento.

El módulo de visualización 204 incluye una interfaz de visualización y puede incluir una visualización gráfica para presentar datos de salida a un usuario. Además, el módulo de visualización 204 puede incluir una interfaz para una o varias impresoras que proporcionan una copia en papel de los datos de salida. En algunas realizaciones, la interfaz de visualización puede comunicar a través de una conexión de red y la pantalla puede estar situada remotamente. En algunas realizaciones, la interfaz de visualización puede estar situada en el equipamiento del centro de datos.

El módulo confeccionador 206 incluye rutinas para diseñar la distribución óptima del equipamiento en una instalación, determinar requisitos de recursos del centro de datos, tal como requisitos de alimentación y requisitos de refrigeración, para cajas electrónicas y/o bastidores de equipamiento, asegurar que la ubicación del equipamiento, de las unidades de refrigeración y de las ramas de distribución de alimentación en la instalación permiten el cumplimiento de los requisitos de recursos del centro de datos, tal como los requisitos de alimentación y refrigeración, y calcular para cada caja electrónica, y/o bastidor de equipamiento, la capacidad restante de recursos del centro de datos, tal como la capacidad de alimentación y refrigeración, disponible en base a la distribución de equipamiento en la instalación.

En otra realización, el módulo confeccionador 206 presenta interfaces que permiten la introducción de políticas de alimentación de los recursos del centro de datos. Estas políticas pueden detallar características deseadas adicionales de los recursos del centro de datos, suministrados al equipamiento del centro de datos. Por ejemplo, las políticas de alimentación de los recursos del centro de datos pueden especificar niveles de redundancia y requisitos en tiempo de ejecución deseados de los recursos del centro de datos. Adicionalmente, las políticas de alimentación de recursos del centro de datos pueden especificar necesidades de seguridad para equipamiento del centro de datos, tal como, por ejemplo, la necesidad de situar los servidores con datos financieros en bastidores que puedan ser bloqueados y/o estar bajo vigilancia.

El módulo 208 de administración de instalaciones es utilizado por el sistema 200 después de que el equipamiento está instalado en la instalación. El módulo de administración incluye rutinas para monitorizar características de los recursos del centro de datos, tal como características de alimentación y refrigeración, de equipamiento en una instalación. El módulo de administración puede estar acoplado, directamente o bien a través de una o varias redes, a dispositivos de medición y dispositivos de control por toda la instalación y puede registrar su histórico para análisis, resumen y exportación.

De acuerdo con una realización, el módulo de integración 210 es el módulo principal del sistema y coordina el flujo de datos en el sistema para llevar a cabo métodos de realizaciones de la presente invención.

El módulo 212 de bases de datos se utiliza para almacenar datos relativos a diversos dispositivos que pueden ser utilizados en un centro de datos, tal como servidores, fuentes de alimentación continua, regletas de enchufes, equipamiento de conectividad de red (tal como cableado de red, concentradores, encaminadores, encaminadores inalámbricos, conmutadores, paneles de interconexión, etc.), concentradores de transferencia automáticos, unidades de distribución de energía, unidades de aire acondicionado, bastidores y otro equipamiento del centro de datos. Los datos almacenados pueden incluir políticas de alimentación de recursos del centro de datos para equipamiento del centro de datos. Los datos almacenados pueden incluir asimismo valores de referencia de consumo y de producción de recursos del centro de datos, para el equipamiento del centro de datos, tal como parámetros físicos (por ejemplo, requisitos de dimensiones/espaciado del bastidor, tipos de conexiones de alimentación, especificaciones de cableado de la red, etc.), así como datos de consumo de alimentación y de refrigeración. En el caso de equipamiento de centro de datos que proporcione recursos de centro de datos, tal como equipamiento de conectividad de red, fuentes de alimentación y unidades de acondicionamiento de aire, los valores de referencia de producción de recursos del centro de datos pueden incluir características de conectividad de red, salida de alimentación y refrigeración (por ejemplo, capacidad de salida total, número y tipo de conexiones/enchufes disponibles, etc.) Debe apreciarse que los valores de referencia pueden indicar que cierto equipamiento del centro de datos produce y/o consume, recursos del centro de datos. Ejemplos de recursos equipamiento de provisión de recursos del centro de datos incluyen generadores eléctricos y CRACs, entre otros. Tal como se describe a continuación, el módulo de bases de datos puede utilizarse en realizaciones de la invención para proporcionar una lista de materiales (BOM, bill of materials) completa para un diseño acabado. En una realización, puede utilizarse un servidor de bases de datos accesible por web centralizado para almacenar información y alarmas de equipamiento y mensajes de error, que permite un acceso sencillo a la información para su edición.

En otra realización, un usuario puede mantener información de equipamiento del centro de datos, tal como la información que maneja el módulo 212 de bases de datos, con la ayuda del sistema 300 de bases de datos de equipamiento. El sistema 300 de bases de datos de equipamiento se representa asimismo en el diagrama de bloques funcionales de la figura 3. En la realización mostrada en la figura 3, el sistema 300 comunica con el sistema 200 de diseño y administración a través de una red 250. El sistema 300, que puede estar alojado por el proveedor del sistema, incluye una base de datos 304 de equipamiento del centro de datos y una interfaz 302 de la base de datos de equipamiento del centro de datos. En general, la interfaz 302 puede ser una interfaz con la base de datos 304 que puede recibir o proporcionar cualesquiera datos apropiados para almacenamiento en la base de datos 304 incluyendo configuración del centro de datos, información de equipamiento o de recursos. A su vez, la base de datos 304 puede recibir y almacenar desde la interfaz 302, o recuperar y proporcionar a la interfaz 302 información del centro de datos que incluye requisitos de recursos de equipamiento del centro de datos, configuraciones del centro de datos y requisitos de redundancia y de tiempo de ejecución de recursos del centro de datos.

La base de datos 304 puede servir como base de datos maestra para el proveedor del sistema y por lo tanto puede incluir varios tipos de información relativa al centro de datos. En una realización, la base de datos 304 incluye una base de datos de administración de configuración del centro de datos (CMDB, center configuration management database), que puede incluir una o varias configuraciones físicas y lógicas específicas del centro de datos, y una base de datos de características de equipamiento del centro de datos, que puede incluir información teórica y real de producción y consumo de recursos del centro de datos, para equipamiento del centro de datos. Más en particular, la base de datos 304 puede recibir y almacenar información CMDB específica para la base del centro de datos instalada o un subconjunto de la misma, del proveedor del sistema. Esta información puede incluir toda la distribución física de un centro de datos, por ejemplo sus dimensiones físicas, la ubicación y la identidad del equipamiento del centro de datos, y capacidad de recursos del centro de datos, requisitos de redundancia y de tiempo de ejecución, entre otra información que puede ser relevante para el diseño y el funcionamiento de un centro

de datos. La fuente de esta información puede incluir el diseño inicial del centro de datos, que se describe a continuación en relación con el método 400 de la figura 4.

El tipo de información almacenada mediante la base de datos 304 para características de equipamiento del centro de datos puede incluir la información descrita anteriormente en relación con el módulo 212 de bases de datos, por ejemplo valores nominales tal como se denominan en la técnica. Adicionalmente, la base de datos 304 puede almacenar asimismo un histórico de consumo y producción de recursos del centro de datos, para equipamiento del centro de datos, y puede utilizar esta información para mantener un conjunto de valores de referencia que son específicos del fabricante y el modelo de equipamiento de centro de datos. Estas mediciones históricas específicas pueden resumirse de varias formas para establecer un valor de referencia que es específico del fabricante y del modelo de equipamiento de centro de datos y que está basado en la utilización real, práctica de equipamiento del centro de datos y no en valores teóricos (por ejemplo, valores nominales). Estos resúmenes de consumo y producción de recursos del centro de datos pueden incluir, entre otros, consumo o producción mínimos, máximos y promedios de recursos del centro de datos, consumo o producción de recursos del centro de datos en función del tiempo, por ejemplo consumo o producción de alimentación o refrigeración por día de la semana, semana del año, etc., consumo o producción reales de recursos del centro de datos cuando se solicita un cambio en alguno, y consumo o producción de recursos del centro de datos en función de la utilización del equipamiento del centro de datos. La fuente de esta información puede incluir el diseño inicial del centro de datos, que incluye valores de referencia introducidos por el cliente o por el proveedor del sistema, y medición continua de parámetros que se describe en relación con el siguiente método 400. Según un aspecto, se aprecia que estos valores de referencia, a su vez, pueden ser más precisos que los valores nominales y pueden utilizarse con fines de simulación durante los procesos de diseño y retroadaptación descritos a continuación.

La interfaz 302 puede acoplar interfaces de usuario (UIs, user interfaces) e interfaces del sistema para intercambiar información de la base de datos 304 con entidades externas. Estas entidades externas pueden incluir sistemas y/o usuarios. La interfaz 302 puede limitar la entrada a un dominio de información predefinido y validar previamente a la utilización de la información cualquier información introducida, o suministrar la información a otros módulos. Por ejemplo, en una realización, la interfaz 302 puede incluir una interfaz de lenguaje de consulta estructurado (SQL, Structured Query Language) para permitir a un usuario o un programa de aplicación consultar una base de datos 304. Esta interfaz SQL puede incluir elementos gráficos que un usuario puede activar para construir instrucciones SQL y puede incluir asimismo elementos que permiten a un usuario simplemente introducir directamente órdenes SQL.

En otras realizaciones, la interfaz 302 puede incluir agrupamiento, traducción, validación y/o restricción lógica más complejos. Por ejemplo, la interfaz 302 puede validar que una instrucción SQL introducida por un usuario es conforme con la sintaxis SQL adecuada, antes de ejecutarla en la base de datos 304. En una realización, la interfaz 302 puede presentar una UI con características similares a las del módulo confeccionador 206 para permitir a los usuarios crear información de la base de datos que representa diversas configuraciones del centro de datos. En otro ejemplo, la interfaz 302 puede presentar una interfaz de usuario que permite a un usuario introducir nueva información de recursos de equipamiento del centro de datos, incluyendo fabricante, modelo y valores de referencia de consumo y producción de recursos del centro de datos. La interfaz 302 puede limitar la introducción de valores de referencia de consumo y producción de recursos a recursos del centro de datos predefinidos, tal como alimentación, refrigeración, espacio físico, etc. En otra realización, un usuario puede establecer grupos de equipamiento del centro de datos a través de la interfaz 302 y aprovechar estos grupos de equipamiento para su utilización dentro de un conjunto de centros de datos o sobre ciertos tipos de dispositivos informáticos, tal como un dispositivo informático portátil. Además, la interfaz 302 puede permitir a un usuario diseñar una relación jerárquica entre grupos de equipamiento. Tal como se describe en mayor profundidad en relación con la siguiente figura 3, la disposición de esta información en una jerarquía de grupos puede facilitar el mantenimiento y la distribución de bases de datos.

En una realización, la interfaz 302 puede presentar una interfaz del sistema que importa información de parámetros medidos y configuración del centro de datos, desde una base del centro de datos instalada del proveedor del sistema o desde proveedores de equipamiento del centro de datos. La interfaz 302 puede utilizar un protocolo estándar, por ejemplo, SQL o SQL integrado en SOAP, para implementar una interfaz de sistema de este tipo y puede incluir elementos de protocolo no estándar que son analizados sintácticamente y transformados en órdenes a ejecutar mediante la base de datos 304. La interfaz 302 puede validar órdenes de base de datos antes de su ejecución en la base de datos 304. Cualquier equipamiento de centro de datos específico de cliente, por ejemplo el equipamiento de centro de datos introducido por un cliente que no está presente en la base de datos 304, puede importarse a la base de datos 304 mediante la interfaz 302 si existe alguna validación aplicable satisfactoria. De manera similar, equipamiento que no está presente en la base de datos 304, que se hace disponible mediante los proveedores de equipamiento del centro de datos, puede importarse a la base de datos 304 mediante la interfaz 302 si existe alguna validación aplicable satisfactoria. Estas características permiten al sistema 300 añadir fácilmente nuevo equipamiento del centro de datos a su conjunto de elementos administrados.

Además, la importación de parámetros de medición puede desencadenar un proceso de resumen de parámetros que actualiza los valores de referencia de consumo y producción de recursos de equipamiento del centro de datos para reflejar el histórico de utilización real. El proceso de resumen puede incluir la actualización, entre otros, de

valores de referencia mínimo, máximo y promedio de alimentación consumida o producida, valores de referencia para consumo o producción de alimentación en función del tiempo, por ejemplo, energía consumida o producida por día de la semana, semana del año, etc., valores de referencia para la energía consumida o producida realmente cuando se solicita un cambio en alguna, y/o valores de referencia para la energía consumida o producida en función de la utilización del equipamiento del centro de datos.

En otra realización, la interfaz 302 puede presentar una interfaz de sistema que exporta información o catálogos del equipamiento del centro de datos, a un almacenamiento externo. Este almacenamiento externo puede residir en diversos emplazamientos en diversos dispositivos informáticos. Además, tal como se describe a continuación, la información concreta que se exporta a estos emplazamientos y dispositivos informáticos puede relegarse a grupos específicos de equipamiento del centro de datos.

Debe apreciarse que por lo menos en una realización, la funcionalidad del sistema 300 puede estar incluida en un módulo 212 de bases de datos del sistema 200.

En otra realización, el módulo 214 de órdenes de trabajo puede permitir la administración de cambios en la configuración del centro de datos, tal como los que se producen como resultado de un proceso de retroadaptación del centro de datos, que se describe a continuación en relación con el proceso 1100. En general, el módulo 214 de órdenes de trabajo analiza cualesquiera cambios realizados en la configuración del centro de datos mediante los otros módulos del sistema 200. A continuación, el módulo 214 de órdenes de trabajo genera un conjunto de tareas que, una vez completo, implementará dichos cambios. A continuación, el módulo 214 de órdenes de trabajo traduce el conjunto de tareas a un conjunto de órdenes de trabajo en forma legible para un ser humano. Finalmente, el módulo 214 de órdenes de trabajo facilita el seguimiento de dichas órdenes de trabajo hasta su finalización. Para conseguir estos objetivos, el módulo 214 de órdenes de trabajo puede presentar varias UIs e interfaces del sistema para permitir la comunicación y la interacción con entidades externas.

En una realización, el módulo 214 de órdenes de trabajo presenta una interfaz de sistema a través de la cual el módulo de integración 210 puede suministrar cualesquiera cambios realizados en la configuración del centro de datos. El módulo 214 de órdenes de trabajo puede presentar asimismo una interfaz de usuario que incluye elementos que permiten a un usuario, tal como el administrador del centro de datos, modificar y enviar órdenes de trabajo a otros usuarios, tal como técnicos, para su implementación. El módulo 214 de órdenes de trabajo puede presentar asimismo una interfaz de usuario que permite a un usuario configurar un conjunto de normas de envío automático. Además, el módulo 214 de órdenes de trabajo puede presentar otras interfaces de usuario que permiten a los usuarios, tal como los técnicos, modificar los detalles, incluyendo el estado, de las órdenes de trabajo. Estas interfaces de usuario pueden residir en diversos dispositivos informáticos, que incluyen un dispositivo informático portátil.

La implementación de una interfaz de usuario de este tipo en un dispositivo informático portátil puede permitir a los usuarios, tal como los técnicos, actualizar la CMDB del centro de datos cuando se realizan cambios de configuración. Esto puede producir varios beneficios que incluyen una precisión aumentada de la CMDB, debido a un cumplimiento y una celeridad mayores de las actualizaciones de cambios de configuración. Otro beneficio puede ser una productividad mayor de los usuarios, tal como los técnicos, debido a que pueden introducirse los cambios de configuración mientas se trabaja en el equipamiento del centro de datos, en lugar de introducir los cambios en una estación de trabajo como una actividad independiente.

El módulo 214 de órdenes de trabajo puede implementar asimismo interfaces de sistema de modificación y asignación, para interactuar con otros sistemas. Por ejemplo, el módulo 214 de órdenes de trabajo puede utilizar, mediante una interfaz de sistema, un sistema de correo electrónico externo para notificar a los usuarios sobre las asignaciones de una orden de trabajo. Finalmente, el módulo 214 de órdenes de trabajo puede utilizar una interfaz de sistema que le permite detectar cambios en demandas de recursos del centro de datos y puede utilizar esta información, cuando proceda, para modificar el estado de una orden de trabajo.

A continuación, se describirá un diagrama de flujo de un método 400 acorde con una realización que puede llevarse a cabo utilizando el sistema 200, haciendo referencia a la figura 4. Inicialmente, y de manera opcional, en la etapa 401 del método 400, un usuario puede crear grupos de equipamiento del centro de datos. Estos grupos pueden permitir la administración de múltiples tipos de equipamiento de centro de datos, como una única entidad colectiva. Por ejemplo, la inclusión de equipamiento en un grupo puede indicar dicho equipamiento como aprobado para su utilización dentro de la totalidad de los centros de datos que pertenecen a dicho cliente, o de subconjuntos específicos de los mismos. Cualquier equipamiento de centro de datos aprobado para ser utilizado dentro de un centro de datos puede utilizarse durante el diseño o la retroadaptación del centro de datos.

Además, el usuario puede disponer estos grupos de manera jerárquica. En una realización, se crea un primer grupo que incluye la totalidad del equipamiento de centro de datos soportado por el sistema, se crea un segundo grupo que es un subconjunto del primer grupo e indica el equipamiento aprobado para utilizar dentro de los centros de datos de un cliente concreto, y se crea un tercer grupo que es un subconjunto del segundo grupo e indica el equipamiento preferido para utilizar dentro de un centro de datos de un cliente concreto. En una realización, un

usuario puede dirigir grupos específicos a exportación a clientes específicos, a centros de datos de cliente o a dispositivos informáticos específicos dentro de un centro de datos de cliente, tal como un dispositivo informático portátil.

El diseño de grupos de equipamiento puede facilitar el mantenimiento y la distribución de catálogos electrónicos de equipamiento de centros de datos. Por ejemplo, la inclusión específica de equipamiento de centros de datos en un grupo que está por debajo de la jerarquía, por ejemplo un grupo indicado para su distribución a un dispositivo informático portátil dentro de un centro de datos específico, podría requerir que el equipamiento esté presente en los grupos superiores. Esta inclusión puede llevarse a cabo automáticamente por el sistema. Estos grupos pueden utilizarse asimismo para imponer la estandarización de equipamiento de centros de datos dentro de la jerarquía organizativa del cliente, requiriendo que el equipamiento sea aprobado para su utilización por el cliente antes de que se permita a utilizarlo para retroadaptar un centro de datos de cliente específico.

En otra realización, el proveedor de sistema puede crear un grupo de equipamiento de centro de datos estándar para su distribución a centros de datos del cliente. Este catálogo de equipamiento puede distribuirse con la instalación inicial del sistema en un centro de datos. A continuación, el equipamiento estándar puede complementarse con equipamiento no estándar, específico del cliente, utilizado en un centro de datos del cliente, tal como se describe en relación con la siguiente etapa 404.

El equipamiento aprobado puede agruparse posteriormente en un conjunto preferido para su utilización con uno o varios centros de datos del cliente. La creación de estos grupos preferidos de equipamiento de centros de datos puede llevarse a cabo explícitamente por el usuario o puede llevarse a cabo implícitamente mediante el sistema en base a la utilización de equipamiento específico mediante un cliente o dentro de un centro de datos del cliente durante el diseño o la retroadaptación del centro de datos.

En la etapa 402 del método 400, la información relativa a la instalación es cargada en el sistema. La información incluye, por ejemplo, las dimensiones de la instalación, el número de salas, las posiciones de las puertas, las columnas de soporte, otros obstáculos, parámetros de capacidades de recursos del centro de datos, tal como alimentación disponible, capacidades de refrigeración de la instalación, si se utiliza un piso elevado o un falso techo, y las características de cualquiera de dichos piso y techo. En esta etapa pueden introducirse asimismo políticas de alimentación de recursos del centro de datos. Para equipamiento de provisión de recursos del centro de datos, tal como generadores eléctricos o CRACs, puede cargarse información de capacidad recibiendo información de equipamiento del centro de datos desde la interfaz 302 del sistema 300 de la figura 3.

En la etapa 404 del método, se introduce información relativa al equipamiento a instalar en la instalación. La información incluye, por ejemplo, el número de bastidores de equipamiento, el máximo consumo de energía para cada uno de los bastidores, las dimensiones de los bastidores y los requisitos de refrigeración de los bastidores. La necesidad de fuentes de alimentación de reserva y de fuentes de alimentación múltiples para el equipamiento y/o los bastidores pueden introducirse asimismo en la etapa 404. En una realización, pueden introducirse asimismo las características de consumo y producción de recursos del centro de datos, de elementos individuales del equipamiento que han de cargarse en los bastidores. Asimismo, puede utilizarse el peso del equipamiento (que incluye el equipamiento cargado en bastidores) para garantizar que el peso del equipamiento instalado está dentro de cualesquiera limitaciones de la estación. Estas características pueden incluir, además de la conectividad de red, requisitos de alimentación y refrigeración, la cantidad de espacio de bastidores que necesita ocupar el equipamiento y el tipo y/o el número de conexiones eléctricas que requiere el equipamiento. En una realización, el módulo 212 de bases de datos contiene información relativa a una serie de dispositivos, tales como fuentes de alimentación continua, bastidores de equipamiento, unidades de refrigeración, sistemas generadores, unidades de distribución de alimentación, conmutadores de transferencia automáticos, dispositivos de encaminamiento eléctrico, que incluyen cables, y servidores y otro equipamiento informático. En esta realización, cuando se introduce un número de modelo concreto de un dispositivo, las características del dispositivo se recuperan del módulo de bases de datos. En una realización, la interfaz 302 del sistema 300 proporciona estas características de dispositivo/equipamiento al módulo 212 de bases de datos. En el diseño puede incluirse asimismo el equipamiento relativo a seguridad y protección contra incendios. Además, por lo menos en una versión, todo el equipamiento y los componentes dentro de los bastidores de equipamiento pueden incluir etiquetas de RFID, que pueden ser utilizadas por los sistemas de la invención para mantener la posición del equipamiento y de los bastidores. En otra realización, cualesquiera características del equipamiento del centro de datos que son añadidas o modificadas mediante un usuario en esta etapa o la anterior, pueden ser transmitidas a la interfaz 302 del sistema 300 para su importación a la base de datos 304.

Una vez que ha sido introducida toda la información en el sistema, en la etapa 406, en una realización el sistema determina una distribución para el equipamiento en la instalación, teniendo en cuenta los requisitos de recursos del centro de datos, tal como requisitos de alimentación y refrigeración, del equipamiento así como otras características del equipamiento que han sido introducidas en la etapa 404 o recuperadas del módulo de bases de datos. En otra realización, el usuario puede crear la distribución gráficamente, añadiendo bastidores y otro equipamiento si lo desea, y en esta realización, el sistema proporciona retroalimentación durante el proceso de distribución, rechazando algunas selecciones y realizando sugerencias inteligentes. Estas normas pueden incluir, por ejemplo: ha

de especificarse una alternancia estándar de distribución de pasillo caliente/pasillo frío, la cámara debe ser mayor que algún valor mínimo, la capacidad de refrigeración total de la sala debe exceder la carga de refrigeración total de la sala, los pasillos deben ser lo suficientemente anchos a efectos de acceso y cumplir normas de construcción, la distancia entre PDU y bastidores de IT servidos mediante la PDU no debe exceder algún valor mínimo, la PDU debe estar situada inmediatamente adyacente a una UPS, donde una escalera para cables cruza un pasillo, el pasillo no puede exceder una anchura máxima, una o varias capacidades de recursos del centro de datos deben estar a un nivel suficiente para soportar requisitos objetivo de redundancia y/o de tiempo de ejecución de recursos del centro de datos, etc.

En la etapa 408, puede realizarse un análisis de capacidad de alimentación basada en fases, para determinar si el diseño proporciona la alimentación adecuada para el equipamiento proporcionado, en base a un análisis del consumo de energía esperado en base a fases y del equipamiento instalado en los bastidores. En la etapa 408 puede realizarse asimismo un análisis de la refrigeración. En una realización, si los resultados del análisis de la refrigeración indican que uno o varios dispositivos y/o bastidores no están recibiendo la cantidad adecuada de aire frío, o si el análisis de capacidad de alimentación en base a fases indica la falta de alimentación disponible, entonces el procedimiento puede volver a la etapa 406 para modificar la distribución del equipamiento en base a la retroalimentación proporcionada por el análisis realizado en la etapa 408.

En una realización, un calculador de fases utiliza consumo de energía de pico medido por fase, notificado mediante unidades de distribución de alimentación montadas en bastidores (RMPDU, rack mount power distribution units) mediante un sistema de administración combinado con un modelo informático de las conexiones de alimentación y de fase entre fuentes de alimentación, tal como fuentes de alimentación continuas, unidades de distribución de alimentación, RMPDU y el equipamiento de IT. Cada tipo de equipamiento de IT en el modelo tiene un consumo esperado de energía de pico conocido y una posición conocida, pero las conexiones de alimentación reales entre el equipamiento de IT y las RMPDUs pueden ser desconocidas.

Para equipamiento de IT en el que los detalles de las conexiones a las RMPDU son desconocidos, puede utilizarse la distribución relativa del consumo de energía de pico medido entre las fases de las RMPDU en los bastidores para calcular la distribución del consumo esperado de energía de pico del equipamiento IT instalado. En base a la distribución calculada de la alimentación de pico esperada, puede calcularse la capacidad disponible por fase, por cada PDU montada en bastidor. En los casos en los que no hay datos de pico medidos disponibles y la conexión entre el equipamiento IT y las RMPDU es desconocida (por ejemplo, si el equipamiento IT nunca ha sido encendido) puede utilizarse un valor de datos de pico estimado para asegurarse de que ninguna fase resultará sobrecargada.

Un método para determinar la capacidad de alimentación disponible de una fase de una fuente de alimentación en un bastidor del centro de datos puede incluir medir el consumo de energía por fase en una fuente de alimentación y calcular un consumo de energía promedio por fase de una fuente de alimentación. En una realización, esto incluye calcular la capacidad de alimentación disponible por cada fase de la fuente de alimentación en base a los datos de consumo de energía promedio de pico y de consumo de energía esperado correspondientes al equipamiento del centro de datos acoplado a la fuente de alimentación.

Al término del análisis de la capacidad de alimentación basada en fases, en la etapa 410, se visualiza un modelo de sala que muestra las posiciones del equipamiento en una o varias salas de la instalación. El modelo de salas puede incluir, para cada bastidor de equipamiento, o para equipamiento individual del centro de datos, información relativa a los recursos totales del centro de datos, tal como alimentación y refrigeración, que se consume o se produce así como una indicación de los recursos totales disponibles del centro de datos, tal como alimentación y refrigeración, al bastidor o al equipamiento del centro de datos. En una realización, pueden visualizarse datos reales de recursos del centro de datos, tal como datos de alimentación y refrigeración, mientas que en otras realizaciones pueden utilizarse colores, bien en solitario o en combinación con datos, para mostrar diferentes niveles de disponibilidad de recursos del centro de datos, tal como disponibilidad de alimentación y refrigeración. Por ejemplo, si un bastidor está funcionando con aire de refrigeración suficiente con un margen por encima del umbral, dicho bastidor puede indicarse en verde en la pantalla, si la disponibilidad del aire de refrigeración está más próxima al umbral, el bastidor puede indicarse en amarillo, y si el bastidor no tiene aire de refrigeración suficiente puede indicarse en rojo. Además, los resultados del análisis pueden indicar que están proporcionándose recursos adecuados del centro de datos, tal como alimentación y/o refrigeración, para el equipamiento, pero que no se satisfacen índices de redundancia especificados y/o márgenes en tiempo de ejecución, ya sea a nivel de sala, el nivel de fila, a nivel de bastidor o en una pieza/elemento específico del equipamiento del centro de datos.

En una realización, el sistema puede visualizar múltiples modelos de sala y puede permitir al usuario encontrar una o una serie de posiciones satisfactorias alternativas para el equipamiento en base a los requisitos de recursos del centro de datos del equipamiento y a cualesquiera requisitos aplicables de redundancia y/o de tiempo de ejecución. Otra realización puede permitir al usuario encontrar una posición óptima, seguida de otras indicaciones en orden decreciente de preferencia, para el equipamiento. Otra realización puede permitir al usuario especificar el equipamiento del centro de datos y la posición, y puede validar si la posición proporciona recursos del centro de datos suficientes para satisfacer los requisitos del equipamiento y cualesquiera políticas aplicables de alimentación del centro de datos. En otra realización, el sistema puede proponer equipamiento del centro de datos a sustituir en

una posición especificada por el usuario. En este caso, el sistema puede asegurar que se cumplen las políticas aplicables de alimentación de recursos del centro de datos y los requisitos de recursos del centro de datos del equipamiento propuesto. A continuación se describen detalles de ejemplos específicos en relación con el modelo de salas, haciendo referencia a la figura 5 y a las figuras 6A y 6B.

En el bloque de decisión 412, puede adoptarse una determinación, por ejemplo, mediante un diseñador de instalaciones acerca de si la distribución generada en la etapa 410 es satisfactoria. La determinación puede basarse en criterios adicionales de importancia para el diseñador, que no han sido incluidos durante el diseño de la distribución original. Por ejemplo, puede ser deseable tener ciertos bastidores unos cerca de otros, o tener ciertos bastidores aislados unos de otros. En la etapa 414, pueden proporcionarse criterios adicionales u otra retroalimentación, y a continuación el proceso vuelve a las etapas 406 y 408 en las que puede retirarse el modelo de salas. Las etapas 406 a 412 pueden repetirse hasta que en la etapa 412 se consigue un modelo satisfactorio. Por lo menos en una realización, al término de la etapa de diseño, se genera una lista de materiales y ésta puede utilizarse para proporcionar el coste del equipamiento a instalar en la instalación, y puede utilizarse asimismo para generar una orden de compra del equipamiento, proporcionando una solución simple para encargar todo el equipamiento asociado con un nuevo centro de datos. Además, pueden generarse asimismo dibujos CAD y archivos electrónicos que capturan la distribución diseñada. En otra realización, esta configuración del centro de datos es transmitida la interfaz 302 del sistema 300 para almacenamiento en la base 304 en forma de una CMDB para el centro de datos instalado.

En la etapa 416, el equipamiento es instalado en la instalación de acuerdo con la distribución generada en las etapas 406 a 414. En una realización, con el equipamiento puede instalarse equipamiento de mediciones para medir características de refrigeración y características de alimentación. El equipamiento de mediciones se describe más abajo, y puede incluir, por ejemplo, dispositivos para medir alimentación, flujo de aire, humedad y temperatura en varias posiciones en la instalación y dentro de los bastidores de equipamiento situados en la instalación.

En la etapa 418 del proceso 400, se miden parámetros de alimentación y refrigeración utilizando el equipamiento de medición. Pueden asimismo proporcionarse mediciones adicionales de temperatura mediante dispositivos, tal como servidores, que tienen la capacidad de detectar temperaturas internas. Los parámetros medidos pueden ser utilizados continuamente por el módulo de administración del sistema 200 para detectar condiciones de error y monitorizar tendencias que pueden conducir a una condición de error. Además, en el proceso 400, los parámetros medidos pueden compararse con parámetros previstos calculados durante el proceso de diseño en las etapas 406 y 408. Por ejemplo, en una realización, se utiliza el flujo de aire a través de una baldosa del suelo perforada en un piso elevado para determinar el aire de refrigeración disponible de un bastidor situado junto a la baldosa del suelo. El flujo de aire a través de la baldosa perforada puede determinarse en la etapa 408 utilizando uno de una serie de métodos de cálculo que se describen más abajo, o el flujo de aire puede determinarse utilizando datos de mediciones físicas o de simulaciones relacionadas. Una vez que el equipamiento está instalado en la instalación, la baldosa perforada del suelo puede utilizarse para medir el flujo de aire real a través de la baldosa. A continuación, el valor real medido puede compararse con el valor calculado, en la etapa 420. Si los dos difieren en más de un umbral predeterminado, entonces puede proporcionarse una indicación o alarma y los cálculos realizados en la etapa 408 pueden realizarse una vez más en la etapa 422 utilizando valores medidos en lugar de valores calculados, para obtener parámetros actualizados. En otra realización, los parámetros medidos se transmiten a la interfaz 302 del sistema 300 para su almacenamiento en la base de datos 304. Tal como se ha descrito anteriormente, el almacenamiento de estos parámetros medidos mediante la interfaz 302 puede desencadenar un posterior análisis y resumen de los parámetros medidos, en valores de referencia de consumo y producción del equipamiento del centro de datos.

Después de la etapa 422, el modelo de la instalación descrito anteriormente haciendo referencia a la etapa 410 puede visualizarse con valores de disponibilidad y consumo de alimentación y refrigeración actualizados, para reflejar cualesquiera diferencias entre parámetros medidos y parámetros calculados. Cualquier incumplimiento de las condiciones de tolerancia (para cualquiera de refrigeración o alimentación) puede indicarse en la pantalla utilizando, por ejemplo, un esquema codificado con colores, tal como se ha descrito anteriormente. En una realización, puede proporcionarse a un usuario una serie de opciones disponibles para corregir un incumplimiento de una condición de tolerancia. Las opciones pueden incluir actualizar o añadir equipamiento de la instalación (es decir, una unidad de acondicionamiento de aire o una fuente de alimentación continua) o pueden incluir desplazar equipamiento y/o bastidores. Las etapas 418 a 422 del proceso pueden llevarse a cabo continuamente como parte de un sistema de administración de la instalación de datos.

En una realización de la invención, las etapas 402 a 414 del proceso 400 son implementadas utilizando un sistema de despliegue accesible por un usuario a través de Internet. En esta realización, el usuario proporciona la información solicitada, y el sistema de despliegue proporciona el proceso descrito anteriormente, proporciona salidas al usuario mediante Internet y almacena localmente resultados. Después de que el equipamiento ha sido instalado en la instalación, el sistema de administración 1000 (descrito a continuación en relación con la figura 10) puede acceder al sistema de despliegue para descargar información relativa al equipamiento. Además, cuando ha de producirse una retroadaptación de la instalación, el sistema de administración puede contactar con el sistema de despliegue para coordinar el diseño de la retroadaptación. Por lo menos en una realización, pueden

importarse/exportarse archivos electrónicos entre los sistemas para proporcionar una transferencia completa de toda la información relativa al diseño de un centro de datos.

La figura 5 muestra un ejemplo de una visualización de un modelo de sala que puede generarse utilizando el sistema 200 y el proceso 300 y se muestra en una visualización informática. Deberá apreciarse que está visualización informática puede ser cualquiera acoplada a, o incluida en cualquier clase de dispositivo informático incluido un dispositivo informático portátil. El modelo de sala mostrado en la figura 5 es esencialmente el centro de datos 100 descrito anteriormente haciendo referencia a las figuras 1 y 2. Sin embargo, en la figura 5, pueden incluirse datos adicionales relativos al consumo de alimentación y de refrigeración y a la capacidad de cada bastidor, posiciones de espacios en U y/o elementos de equipamiento del centro de datos alojados dentro de cada bastidor, en un bloque informativo, tal como los bloques informativos 120A y 120B mostrados en dos de los bastidores 108A y 108B de la figura 5. Los bloques informativos pueden incluirse en el equipamiento del centro de datos, en cada bastidor, o en no todos los bastidores, por ejemplo, por fila, zona o agrupamiento.

Las figuras 6A y 6B muestran vistas a mayor escala de bastidores 108A y 108B, respectivamente, que pueden mostrarse asimismo en una visualización informática de sistemas de realizaciones de la invención. En las vistas de las figuras 6A y 6B, en el bloque informativo está incluida información específica relativa al bastidor y a las posiciones del espacio en U. En la realización mostrada, la información de bloque incluye un identificador 122 del bastidor, un tipo 124 de bastidor, capacidad 126 de alimentación, utilización 128 de alimentación, capacidad 130 de refrigeración, utilización 132 de refrigeración, contenidos 134 del bastidor, redundancia 136 de alimentación, redundancia 138 de refrigeración y tiempo 140 de ejecución de UPS. En otras realizaciones, puede incluirse información para cada bastidor en forma tabular, o en forma de barras en columnas, en una visualización gráfica que muestra la distribución de la sala. La información del centro de datos que puede visualizarse incluye mediciones de tiempo de ejecución y redundancia de recursos del centro de datos y mediciones de capacidad, tal como capacidad disponible, capacidad utilizada y capacidad malgastada. Tal como se describe más abajo, la capacidad malgastada incluye exceso de capacidad que normalmente está disponible, pero es inutilizable, debido a una capacidad asociada insuficiente de otro recurso del centro de datos requerido por equipamiento del centro de datos.

El identificador 122 del bastidor incluye un número de fila y un número de bastidor, si bien, en otras realizaciones, el identificador del bastidor puede incluir asimismo un indicador del tipo de bastidor, pertenencia del bastidor a una fila, zona, grupo o agrupamiento específicos, fabricante del bastidor, así como otra información. El tipo 124 del bastidor identifica el tipo específico de bastidor, es decir, bastidor de servidores, bastidor de encaminadores o bastidor de telecomunicaciones. La capacidad de alimentación 126 indica la capacidad de alimentación máxima del bastidor, y el indicador 128 de utilización de energía indica el porcentaje de la capacidad máxima al que se espera funcione el bastidor. En diferentes realizaciones, el indicador de utilización de la energía puede calcularse en base a datos suministrados por el fabricante para el equipamiento contenido en el bastidor y/o basarse en mediciones de energía reales del equipamiento. La capacidad de alimentación para un bastidor, por lo menos en una realización, se determina en función de limitaciones de dispositivos y/o de cables de alimentación que suministran alimentación al bastidor, tal como interruptores, UPSs o cualesquiera otros dispositivos. Los contenidos del bastidor 134 incluyen una lista del equipamiento contenido en el bastidor y pueden incluir una indicación del espacio restante del bastidor mostrado, por ejemplo, en términos de unidades de bastidor, que se denominan habitualmente "U", siendo 1U igual a 44,45 mm. Pueden incluirse asimismo detalles relativos al equipamiento del bastidor, incluyendo estado operativo y direcciones de red, tal como una dirección IP para un dispositivo.

El indicador 130 de la capacidad de refrigeración y el indicador 132 de la utilización de refrigeración identifican respectivamente la cantidad de aire de refrigeración disponible para el bastidor y el porcentaje de dicho aire de refrigeración que está siendo utilizado por equipamiento en el bastidor. En otras realizaciones, la utilización de la alimentación y de la refrigeración pueden indicarse utilizando varios tipos de indicadores gráficos, tal como un gráfico de barras, que indica utilización y capacidad de alimentación y de refrigeración. En la realización mostrada en las figuras 6A y 6B, la capacidad de refrigeración se muestra en términos de kilovatios (kW). En otras realizaciones, en función del tipo de equipamiento instalado en los bastidores, la alimentación requerida por bastidor puede no ser igual a la consumida por dicho bastidor, y puede calcularse en base a datos del fabricante para el equipamiento, en base a resultados de pruebas o de cualquier otro modo.

En realizaciones de la presente invención, durante el diseño así como durante la administración de un centro de datos, la verdadera capacidad disponible de un centro de datos puede determinarse a nivel de posición del espacio de U, a nivel de bastidor, a nivel de fila y a nivel de sala. En la determinación de la capacidad disponible (que incluye la capacidad no utilizada), se utilizan recursos del centro de datos que incluyen capacidad de refrigeración y de alimentación, y la verdadera capacidad disponible puede determinarse utilizando la mínima capacidad de recursos del centro de datos. En situaciones en el que las capacidades de los recursos del centro de datos no son iguales, la capacidad sobrante puede considerarse capacidad derrochada o malgastada que no puede ser utilizada en el diseño actual. En otras palabras, si bien la capacidad malgastada está normalmente disponible, es inutilizable debido a una insuficiente capacidad asociada. En realizaciones de la presente invención, la capacidad malgastada puede determinarse a nivel de posición del espacio de U o a nivel de bastidor, y puede sumarse para determinar la capacidad malgastada nivel de fila y a nivel de sala.

En sistemas y métodos de administración de realizaciones de la invención, tal como se ha descrito anteriormente, la capacidad y la disponibilidad de recursos del centro de datos, tal como capacidad y disponibilidad de alimentación y de refrigeración, pueden monitorizarse en tiempo real. En una versión, se monitorizan los cambios en la tasa de disponibilidad (o en la tasa de utilización) y, en base a estos cambios, puede determinarse la tasa de crecimiento de un centro de datos, y pueden proporcionarse predicciones de fechas en las que se requerirá capacidad adicional. En una realización, el método de predicción utilizado para realizar estas determinaciones es una regresión lineal. Son posibles otros métodos de predicción sin apartarse del espíritu de la presente invención. La posibilidad de monitorizar la capacidad y de predecir necesidades futuras de capacidad permite a los operadores del centro de datos controlar costes y planificar gastos futuros. Además, pueden realizarse determinaciones en relación con los gastos adicionales en los que se incurrirá si se añade nuevo equipamiento. Puede determinarse así mismo el coste total (por ejemplo, por kilovatio) durante la fase de diseño o durante el funcionamiento.

En realizaciones de la invención descritas en el presente documento, las distribuciones del centro de datos pueden diseñarse para proporcionar niveles de redundancia específicos (es decir, n, n+1 ó 2n) para diseño de recursos del centro de datos, tal como el diseño de alimentación y el diseño de refrigeración. En los centros de datos del pasado, habitualmente se proporcionan unidades adicionales de refrigeración de sala para incluir cierta redundancia en un centro de datos, de manera que puede mantenerse la capacidad de refrigeración global del centro de datos, incluso cuando una o varias de las unidades de refrigeración de la sala fallan o deben apagarse para realizar mantenimiento. Otro problema con estas soluciones anteriores es que la redundancia de refrigeración está diseñada a nivel de sala y no a nivel de bastidor, y mientas que la capacidad de refrigeración global puede satisfacer requisitos de redundancia, la refrigeración a nivel de bastidor puede no satisfacer los requisitos de redundancia deseados. En realizaciones descritas en el presente documento, la capacidad de proporcionar datos precisos de flujo de aire a nivel de bastidor y a nivel de posición del espacio en U permite diseñar una verdadera solución de redundancia de refrigeración.

Tal como se ha descrito anteriormente, las interfaces gráficas de usuario pueden utilizarse con realizaciones de la presente invención para ayudar al diseño y la administración de centros de datos. A continuación, se describirán en detalle pantallas específicas de interfaz de usuario utilizadas en una realización para diseñar una distribución en un centro de datos, haciendo referencia a las figuras 7A y 7B. La figura 7A muestra una interfaz 702 de editor de plantas utilizada en una realización para organizar equipamiento en un centro de datos, mientras que la figura 7B muestra una interfaz de 704 de editor de bastidores utilizada en una realización para proporcionar detalles adicionales de los contenidos de equipamiento en el centro de datos. En una realización de un sistema de diseño de centros de datos, se proporcionan tutoriales para el usuario con el fin de ayudar al usuario proporcionando directrices de mejores prácticas de diseño. Los tutoriales pueden ser accedidos por un usuario cuando éste lo desee, o pueden estar configurados para mostrarse cuando un usuario está adoptando una acción concreta.

La interfaz de editor de plantas incluye un menú principal 703, una barra de herramientas 706, una caja 708 de configuración, una caja 710 de componentes genéricos, una caja 712 de distribución de la planta, una caja de estado 714, una caja 716 de visualización de imagen completa, y una caja 718 de equipamiento sin colocar. El menú principal 703 proporciona un menú desplegable en un formato conocido por los expertos en la materia, y permite a un usuario realizar diversas funciones, incluida la capacidad de "deshacer" y/o "rehacer" cambios que se han realizado en la distribución. La barra de herramientas 706 proporciona atajos de acceso a funciones del sistema de diseño, y en una realización incluye un botón 706A de editor de plantas y un botón 706B de editor de bastidores. En una realización, la activación del botón de editor de plantas tiene como resultado la visualización de la pantalla mostrada en la figura 7A, mientras que la activación del botón de editor de bastidores tiene como resultado la visualización de la pantalla mostrada en la figura 7B.

La caja 712 del editor de plantas muestra la distribución del equipamiento en un centro de datos en que está siendo diseñado y proporciona texto que identifica el equipamiento contenido en la distribución. Un perímetro 712A de la sala muestra las paredes exteriores de la sala junto con dimensiones de la sala que pueden configurarse por el usuario. En una realización, cuando se comienza un diseño nuevo, se presenta al usuario una pantalla que muestra una serie de configuraciones básicas de sala que pueden seleccionarse. Además, las paredes de la sala pueden ser desplazadas por un usuario seleccionando uno de los botones 712B, y pueden añadirse botones adicionales cuando se requiera, para expandir o contraer un área de la sala. En una realización, el tamaño de la sala puede modificarse cuando se añade equipamiento a la distribución. En la sala mostrada en la figura 7A están esbozadas tres filas 712C, 712D y 712E. En otras realizaciones, pueden incluirse más o menos filas. Tal como se muestra en la figura 7A, estas filas están configuradas de manera que proporcionan pasillos fríos y calientes alternos. La fila 712D incluye tres bastidores de equipamiento (identificados mediante "R"), dos unidades de refrigeración de semi-bastidor (identificadas mediante "C"), una UPS ("U") y una unidad de distribución de alimentación ("P"). La fila 712E incluye un bastidor, y la fila 712C no incluye ningún equipamiento en la configuración actual. Durante la fase de diseño puede añadirse equipamiento adicional a cada una de las filas. La sala incluye asimismo un conmutador de transferencia automático (ATS, automatic transfer switch) 712G y una unidad de distribución de refrigeración (CDU) 712F. Se muestran áreas sombreadas en la pantalla alrededor del ATS y de la CDU para indicar que estas áreas deberán mantenerse sin equipamiento. Cada elemento de equipamiento en la sala puede incluir identificadores que indican el tipo de bastidor, así como la posición del bastidor en la sala y la fuente de alimentación para dicho bastidor. Además, tal como se ha descrito anteriormente, cada bastidor puede incluir información relativa a la

utilización y disponibilidad de recursos del centro de datos, tal como utilización y disponibilidad de alimentación y refrigeración. Además, puede proporcionarse texto en cada fila para indicar información total de recursos del centro de datos, tal como información de alimentación y refrigeración para cada fila.

La caja de configuración 708 incluye ocho opciones de configuración para diseñar un centro de datos. Una opción de configuración de propiedades de la sala, cuando se selecciona, permite al usuario identificar valores de recursos del centro de datos, tal como valores físicos, de alimentación y de refrigeración, que afectan al diseño del centro de datos en su totalidad incluyendo las dimensiones de la sala, anchura de los pasillos y la densidad de alimentación total anticipada para el centro de datos. Pueden establecerse asimismo requisitos de redundancia y/o de tiempo de ejecución de recursos del centro de datos, tal como requisitos de redundancia de alimentación (es decir, N, N+1, 2N), requisitos de redundancia de refrigeración y requisitos de tiempo de ejecución para sistemas de UPS. Pueden configurarse asimismo el número de fuentes de datos que se utilizarán y la ubicación de la distribución de alimentación y de la distribución de líneas de refrigeración (es decir, suspendidas o bajo un piso elevado), En una realización, se proporciona solamente refrigeración en la fila, si bien, en otras realizaciones puede utilizarse asimismo otros tipos de soluciones de refrigeración. Por lo menos en una realización, las filas individuales pueden rotarse en diferentes ángulos en el centro de datos. Además, si en la figura 7A se muestra solamente una sala, por lo menos una realización permite que un centro de datos incluya múltiples salas. Estas salas pueden ser salas activas, que contienen equipamiento activo del centro de datos, y salas inactivas para el almacenamiento de reservas de equipamiento desmantelado.

Se utiliza una opción de configuración de añadir bastidor en las configuraciones de la caja 708, para añadir bastidores de equipamiento al diseño del centro de datos. Cuando se selecciona esta opción, se presentan al usuario las opciones de diversos tipos de bastidores a añadir al centro de datos. Cuando se seleccionan bastidores, se proporciona un indicador en la caja 718 de equipamiento sin colocar, que indica que dichos bastidores aún tienen que ser ubicados en la distribución de la sala.

La opción de la caja de configuración para añadir refrigeración en la fila se utiliza para añadir al diseño del centro de datos unidades de refrigeración en la fila. Cuando se selecciona esta opción, se presentan al usuario varios tipos de unidades de refrigeración que pueden añadirse a las filas. En relación con los bastidores de equipamiento, cuando se selecciona una unidad de refrigeración, se proporciona un indicador en la caja 718 de equipamiento no colocado, que indica que la unidad de refrigeración sigue pendiente de ser ubicada en la distribución de la sala.

Se utiliza una opción de zona de alimentación en la caja de configuración, para identificar y seleccionar PDUs y UPSs y para indicar qué equipamiento será alimentado desde dichas PDUs y UPSs. Pueden seleccionarse asimismo características de las PDUs y UPSs. Una vez seleccionadas, se proporciona un indicador en la caja 718 de equipamiento no colocado, para las PDUs y UPSs. En una realización, pueden incluirse múltiples bastidores en una selección en la distribución, para identificar el equipamiento que pertenece a un grupo de alimentación concreto, conocido asimismo como zona de alimentación. En otra realización, después de la selección de equipamiento y de las UPSs y PDUs, puede implementarse una opción de zona de alimentación automática en la que el sistema ajusta requisitos de alimentación de equipamiento (es decir, niveles de redundancia, duraciones el tiempo de ejecución, tensiones, fases) a los de las UPSs y PDUs y asigna automáticamente las zonas de alimentación y determina longitudes de cables de alimentación que se requieren para alimentar el equipamiento desde la PDU asignada. En la determinación automática de zonas de alimentación, el sistema puede identificar asimismo la necesidad de UPSs y PDUs adicionales.

En la caja de configuración 708 se utiliza una opción de generación de alimentación para identificar y seleccionar un conmutador de transferencia automático y un generador. De nuevo, una vez que estos han sido seleccionados, se proporciona un indicador en la caja 718 de equipamiento no colocado.

Una opción de desconexión de emergencia en la caja de configuración, se utiliza para seleccionar una solución de desconexión de emergencia (EPO, emergency power off) para el diseño del centro de datos, y una vez seleccionada, se añadirá un indicador para la solución EPO en la caja de equipamiento no colocado.

Una opción de administración en la caja de configuración 708 permite añadir un administrador de centros de datos, tal como el InfrastruXure® Manager y/o el InfrastruXure® Central descritos anteriormente. En una realización, cuando se selecciona el administrador, se selecciona asimismo una posición de bastidor para el administrador.

Una opción de servicio en la caja 708 de configuración permite al usuario seleccionar un nivel de servicio a proporcionar al centro de datos mediante una organización de servicios de centro de datos.

Otras opciones de configuración pueden incluir un configurador de planificación de filas que permite al usuario planificar cuántos bastidores puede soportar una fila, definiendo las configuraciones de alimentación y refrigeración para la fila, antes de ubicar equipamientos en una fila. En una realización, el configurador de planificación de filas puede proporcionar una estimación sobre el número de bastidores que puede soportarse en función de los componentes de alimentación y las unidades de refrigeración en la fila, contenidas en dicha fila. En una realización,

el configurador de planificación de filas puede proporcionar una distribución completa en base a prácticas de mejor diseño.

La caja 710 de componentes genéricos incluye una serie de iconos para indicar equipamiento preexistente en un centro de datos. Los componentes pueden ser seleccionados y "arrastrados" a su posición en la distribución. En una realización, los componentes genéricos incluyen bloques y espacios. Los espacios pueden utilizarse para identificar áreas sobre las cuales pueden encaminarse cables y conductos (es decir, un pasillo), mientras que los bloques se utilizan para identificar áreas sobre las cuales no pueden encaminarse cables y conductos (es decir, una columna). Una vez arrastrados sobre la distribución, los bloques y los espacios pueden dimensionarse adecuadamente.

Tal como se ha descrito anteriormente, cuando se selecciona equipamiento para su utilización en el centro de datos, aparece un icono en la caja 718 de equipamiento no colocado. Para colocar el equipamiento en la distribución, el icono es seleccionado y arrastrado a la posición adecuada en la distribución. El equipamiento existente puede reubicarse utilizando este mismo método. Por ejemplo, puede arrastrarse equipamiento existente desde una sala activa y soltarse en una sala de almacenamiento inactiva, permitiendo de ese modo al sistema rastrear equipamiento no utilizado disponible para provisionarlo en cualquier otro lugar. En una realización, cuando se añade una unidad de refrigeración en la fila, el icono para la unidad de refrigeración puede situarse entre dos bastidores adyacentes y soltarse, y a continuación dichos bastidores se desplazan en la fila para permitir que la unidad de refrigeración se inserte entre los bastidores. Además, en una realización, se utiliza la característica de ajustar para alinear adecuadamente equipamiento en filas y a lo largo de paredes, y además, las filas y el equipamiento pueden alinearse con, y "ajustarse a" baldosas del suelo cuando, por ejemplo, se está utilizando un piso elevado. Utilizando esta característica, un usuario no necesita alinear objetos con precisión.

La caja 716 de visualización de imagen completa proporciona una vista "aérea" de la distribución contenida en la caja 712 de distribución de la planta. En una realización, puede utilizarse un botón de zum en la barra de herramientas para aumentar la vista de la distribución del centro de datos en la caja 712 de distribución de la planta. Cuando la vista se aumenta, puede no aparecer toda la distribución en la caja de distribución de la planta. La caja 716 de imagen completa sigue mostrando la imagen completa de la distribución para el usuario. En una realización, cuando la distribución completa no aparece en la caja de distribución de la planta, se utiliza una superposición en la caja de imagen completa para indicar sobre la imagen completa la parte de la distribución que se está visualizando en la caja de distribución de la planta. En una realización, cuando no se muestra la imagen completa en la caja 712 de distribución de la planta, la superposición puede seleccionarse y arrastrarse dentro de la caja de visualización de imagen completa para seleccionar qué parte de la distribución se visualiza en la caja de distribución de la planta.

La caja de estado 714 se utiliza para mostrar al usuario avisos, errores y otras condiciones. La importancia de los avisos puede variar y estos pueden incluir indicaciones de que se están violando directrices de diseño y pueden incluir asimismo avisos más graves que indican que se han rebasado las capacidades de recursos del centro de datos, tal como capacidades de alimentación y refrigeración, o que se han dejado de satisfacer requisitos de redundancia y/o de tiempo de ejecución. En una realización, cuando la caja de estado indica que existe un error o un aviso asociado con un elemento concreto de equipamiento en la distribución, dicho elemento de equipamiento puede destacarse con un color, tal como rojo o amarillo. Por lo menos en una realización, cuando se produce un error o un aviso, se proporcionan directrices para corregir dicho error o aviso, seleccionando para ello un elemento destacado de equipamiento o directamente el mensaje de aviso o error.

A continuación, se describirá la interfaz 704 de editor de bastidores haciendo referencia a la figura 7B. La interfaz del editor de bastidores incluye la barra de herramientas 706, la barra de estado 714 y la caja 716 de visualización de imagen completa descritas anteriormente. Además, la interfaz 704 del editor de bastidores incluye asimismo una caja de editor de bastidores, una caja 722 de catálogo de productos y una sección 724 de contenidos del bastidor.

La caja 720 del editor de bastidores muestra a la cara frontal de cada uno de los bastidores del equipamiento en la distribución del centro de datos, disponiéndose los bastidores por filas. En la figura 7B, se muestran dos filas de bastidores 720A y 720B. Tal como se muestra en la figura 7B, en una realización, se muestra solamente uno de los bastidores de equipamiento en la caja de editor de bastidores. Cuando se selecciona un bastidor concreto en la caja de editor de bastidores, entonces los contenidos de dicho bastidor aparecen en la caja 724 de contenidos del bastidor, y pueden añadirse componentes al bastidor seleccionado. Los bastidores pueden seleccionarse en la caja de editor de bastidores o pueden seleccionarse asimismo en la caja 716 de visualización de imagen completa. Cuando se selecciona un bastidor en la caja de visualización de imagen completa, entonces la imagen en la caja de editor de bastidores se desplazará, si es necesario, para proporcionar una vista que incluya el bastidor seleccionado.

La caja 722 de catálogo de productos proporciona un listado exhaustivo de componentes que pueden utilizarse en los bastidores de equipamiento en los centros de datos. El usuario puede seleccionar equipamiento a incluir en cada bastidor, y cuando se selecciona el equipamiento, este se incluye en la caja 724 de contenidos del bastidor. La lista puede incluir solamente equipamiento de un fabricante concreto, o puede incluir equipamiento de varios fabricantes. En una realización, puede seleccionarse de la caja de catálogo de productos todo hardware y el cableado necesario asociado con el equipamiento del bastidor.

En la realización mostrada en la figura 14, un usuario puede revisar y administrar capacidad de recursos de centro de datos y capacidad disponible suministrada al equipamiento del centro de datos. Muchas de las características de esta realización son similares a las descritas haciendo referencia a la figura 7A anterior. Además, la figura 14 incluye el explorador 1402 de grupos de capacidad, que presenta un agrupamiento lógico de equipamiento del centro de datos, tal como bastidores, en base a requisitos de capacidad comunes. El agrupamiento permite a un usuario, tal como un diseñador de centros de datos, administrar conjuntos de equipamiento del centro de datos como una entidad colectiva con fines de planificación de capacidad. Las representaciones de elementos individuales de equipamiento del centro de datos, tal como la UPS 1404, el bastidor 1406 y la PDU 1408 pueden presentar al usuario barras de columnas que representan diversas mediciones de redundancia y/o de tiempo de ejecución de recursos del centro de datos y mediciones de capacidad, tal como capacidad disponible, capacidad utilizada y capacidad malgastada. Por ejemplo, el bastidor 1406 tiene una demanda configurada de alimentación y refrigeración potencial de 28,8 kW y una demanda de alimentación y refrigeración actual real de 7,92 kW. En otras realizaciones, estas demandas o mediciones de consumo pueden confrontarse con capacidad de suministro de alimentación y de refrigeración potencial configurada y capacidad de alimentación y refrigeración real para asegurar que se satisfacen todos los requisitos de capacidad, consumo, redundancia y tiempo de ejecución. En otras realizaciones, la interfaz puede visualizarse en un dispositivo informático portátil, o como una representación tridimensional del centro de datos.

Tal como se ha descrito anteriormente, haciendo referencia al proceso mostrado en la figura 3, el sistema 200, y otros sistemas de la presente invención, pueden utilizarse como parte de un sistema de administración de centros de datos. El sistema de administración puede incluir el sistema 200 descrito anteriormente con el módulo de administración conteniendo rutinas para llevar a cabo funciones de administración, o en otras realizaciones, las funciones de administración pueden llevarse a cabo mediante un controlador del administrador diseñado, contenido en el centro de datos e implementado, por ejemplo, en un servidor informático situado en uno de los bastidores del equipamiento y accesible por un usuario utilizando una consola de administración.

La figura 10 muestra un diagrama de bloques de un sistema 1000 de administración y que puede utilizarse en realizaciones de la presente invención. El sistema de administración incluye el controlador 1002 del administrador, la consola 1004 del administrador, dispositivos 1006 de medición de alimentación, y dispositivos 1008 de medición de flujo de aire, humedad y temperatura. Debe apreciarse que la consola 1004 del administrador puede implementarse en cualquier dispositivo informático, incluido un dispositivo informático portátil. Implementar la consola 1004 del administrador en un dispositivo informático portátil puede permitir a un usuario, tal como un administrador del centro de datos, por ejemplo, enviar órdenes de trabajo a los técnicos mientras están físicamente inspeccionando, instalando, desplazando y/o cambiando equipamiento del centro de datos. Además, en una realización, el sistema de administración puede incluir dispositivos 1020 de control de alimentación para controlar la aplicación de alimentación a uno o varios dispositivos individuales o bastidores contenidos dentro de un centro de datos, y el sistema puede incluir controladores 1021 del flujo de aire para controlar el flujo de aire o suministrar la temperatura de una unidad de acondicionamiento de aire, o controlar, por ejemplo, compuertas de baldosa perforadas. Tal como se ha descrito anteriormente, el sistema de administración puede incluir asimismo uno o varios dispositivos de seguridad 1023, incluyendo cámaras de seguridad. Los dispositivos del sistema de administración 1000 pueden acoplarse directamente al controlador del administrador o pueden acoplarse al controlador del administrador utilizando una red 1022 que puede ser una red dedicada, puede incluir Internet, o puede incluir una LAN o una WAN contenidas en el centro de datos. El controlador del administrador puede comunicar con uno o varios servidores 1024 para obtener información de los servidores y controlar el funcionamiento de los mismos.

En una realización, el controlador de administración 1002 puede implementarse, por lo menos en parte, utilizando un InfrastruXure® Manager y/o una InfrastruXure® Central, disponibles en la firma American Power Conversion Corporation (APC), de West Kingston, RI, y pueden acoplarse dispositivos al administrador utilizando, por ejemplo, un bus de la red del área del controlador (CAN, controller area network) o una red Ethernet. Los controladores de alimentación y los controladores de flujo de aire pueden implementarse utilizando dispositivos conocidos disponibles que monitorizan y/o controlan alimentación y/o el flujo de aire en las instalaciones. Además, por lo menos en una realización, el sistema de administración 1000 puede incluir sistemas y métodos para monitorizar y controlar la alimentación, que se describen en la patente de EE.UU. 6 721 672, de Spitaels, que se incorpora mediante referencia al presente documento. Además, por lo menos en una realización que utiliza dispositivos de refrigeración en la fila, el controlador de administración puede comunicar con las unidades de refrigeración para controlar las unidades con el fin de asegurar que se satisface la refrigeración adecuada a los niveles de redundancia especificados. Detalles adicionales relativos al control de unidades de refrigeración en la fila que pueden utilizarse con realización de la presente invención, se discuten en la solicitud de patente de EE.UU., de número de serie 11/335 901, discutida anteriormente y presentada el 19 de enero de 2006.

Un aspecto de la presente invención, que se describe a continuación, está dirigido a un sistema y un método de retroadaptación que es particularmente útil para añadir nuevo equipamiento a una instalación. La adición de nuevo equipamiento puede incluir añadir equipamiento a bastidores existentes o puede incluir añadir otro equipamiento de centro de datos, tal como bastidores o equipamiento montado en otra planta, a una instalación. El sistema de retroadaptación puede ser un sistema informático independiente configurado para llevar a cabo procesos descritos en el presente documento, o en una realización, el sistema de retroadaptación se implementa utilizando el sistema

200 descrito anteriormente. Específicamente, el módulo confeccionador 206 del sistema 200 puede incluir rutinas para ayudar a la retroadaptación de un centro de datos. A continuación se describirá un proceso 1100 para utilizar el sistema 200 (o algún otro sistema) a efectos de retroadaptar o actualizar un centro de datos, haciendo referencia a la figura 11, que muestra un diagrama de flujo del proceso 1100.

En una primera etapa 1102 del proceso 1100, se proporcionan al módulo confeccionador datos relativos a una configuración actual de un centro de datos a retroadaptar. Los datos relativos a la configuración actual pueden incluir los datos mostrados en el modelo de sala de la figura 5, junto con datos adicionales que han sido generados durante el diseño del centro de datos. Además, en una realización, los datos relativos a la configuración actual pueden incluir datos generados durante un diseño inicial actualizado mediante mediciones actuales realizadas en una instalación. Por ejemplo, la capacidad de refrigeración para bastidores individuales puede ser calculada en un diseño inicial, y a continuación actualizada mediante el módulo de administración una vez que el sistema está instalado y funcionando. Los datos de capacidad de refrigeración pueden actualizarse en base a mediciones reales del flujo de aire procedentes, por ejemplo, de baldosas del suelo perforadas, mientras que los datos originales pueden haberse calculado en base a flujos de aire previstos. En la realización, la interfaz 302 del sistema 300 proporciona esta base de datos 304 de información de parámetros medidos y configuración del centro de datos.

La información relativa a la retroadaptación se proporciona a continuación en la etapa 1104. La información relativa a la retroadaptación puede incluir información similar a la introducida en la etapa 404 del proceso 400 descrito anteriormente, tal como el tipo de equipamiento, características del equipamiento, número de bastidores, así como otra información. Además, el usuario puede diseñar una o varias posiciones deseadas en el centro de datos para la instalación de nuevo equipamiento. Por ejemplo, un usuario puede desear añadir cinco servidores adicionales al centro de datos, donde los servidores son similares a servidores existentes en el centro de datos, y tienen una función relacionada con los mismos. El usuario puede elegir una o varias posiciones preferidas en base a especificaciones de alimentación, especificaciones de refrigeración y dimensiones físicas de los servidores, y en base a la capacidad de alimentación, tipo y/o número de conexiones de alimentación, capacidad de refrigeración y contenidos de bastidores existentes visualizados en un modelo de planta del centro de datos. Además, el usuario puede indicar si es aceptable desplazar equipamiento existente para alojar la instalación de equipamiento nuevo. En otro ejemplo, un usuario puede desear sustituir tres servidores en el centro de datos. El usuario puede elegir los servidores objetivo de la sustitución y puede realizar otras modificaciones del centro de datos con estos servidores de sustitución en mente. Además, el usuario puede indicar si el equipamiento sustituido deberá retirarse del centro de datos o desplazarse a una sala de almacenamiento inactiva. La trazabilidad del equipamiento inactivo puede permitir a un usuario, tal como un administrador del centro de datos, determinar rápidamente el equipamiento disponible para provisionamiento dentro del centro de datos.

En la etapa 1106, se genera una distribución actualizada para el centro de datos y se realizan cálculos de refrigeración y alimentación en la etapa 1108, sobre la distribución actualizada de la manera descrita anteriormente en la etapa 408 del proceso 400. Si el usuario ha diseñado posiciones específicas para equipamiento en el centro de datos, la distribución puede determinarse en primer lugar utilizando estas posiciones, y si surgen problemas como resultado de la distribución deseada (es decir, falta de refrigeración para un bastidor en base a requisitos de políticas de equipamiento o alimentación), entonces el usuario deberá observar cualesquiera de dichos problemas una vez que se visualiza la distribución y a continuación puede elegir modificar la distribución. En una realización, el sistema puede proponer uno o varios elementos de equipamiento del centro de datos a situar en una o varias posiciones. En este caso, el sistema puede asegurar que se cumplen las políticas aplicables de alimentación de recursos del centro de datos y los requisitos de recursos del centro de datos del equipamiento propuesto. En otra realización, el sistema puede proporcionar al usuario una o una serie de posiciones satisfactorias para el equipamiento, en base a requisitos de recursos del centro de datos, del equipamiento, y a cualesquiera requisitos aplicables de redundancia y/o tiempo de ejecución de los recursos del centro de datos. En otra realización, el sistema puede proporcionar al usuario una posición óptima, seguida de otras posiciones satisfactorias en orden de preferencia decreciente, para el nuevo equipamiento, en base a los requisitos de los recursos del centro de datos, de equipamiento, y a cualesquiera requisitos aplicables de redundancia y/o tiempo de ejecución de recursos del centro de datos. Si un usuario no diseña una distribución específica, entonces el sistema 200 determinará la distribución de la manera descrita anteriormente con respecto a la etapa 406 del proceso 400.

En la etapa 1110, se visualiza un modelo de planta actualizada (por ejemplo, de la manera mostrada en la figura 5), y en la etapa 1112, un usuario puede revisar el modelo y proporcionar retroalimentación (etapa 1114) o bien indicar que el diseño es satisfactorio. Una vez que el modelo de planta ha sido aprobado por un usuario, el proceso de diseño de retroadaptación ha finalizado, y el equipamiento puede ser instalado, reubicado o retirado y los parámetros del centro de datos pueden medirse o actualizarse de la manera descrita anteriormente en las etapas 418 a 422 del proceso 400 utilizando, por ejemplo, un sistema de administración de centros de datos.

En realizaciones de la presente invención, utilizando los procesos descritos anteriormente, los operadores del centro de datos son capaces de determinar, esencialmente en tiempo real, si puede añadirse equipamiento adicional a un centro de datos y pueden determinar asimismo las posiciones para el equipamiento, en las que pueden satisfacerse los requisitos de recursos del centro de datos, tal como requisitos de alimentación y refrigeración, del equipamiento. Además, pueden generarse informes que indican a un usuario o a un administrador del centro de datos cuánta

capacidad, redundancia y/o tiempo de ejecución hay disponible para cada fila, para cada bastidor, para cada posición de espacio en U, para cada elemento de equipamiento del centro de datos y para la instalación en su conjunto. Además, tal como se ha descrito anteriormente, en la determinación de la capacidad global, los sistemas y métodos son capaces de identificar y visualizar capacidad malgastada, y proporcionar sugerencias para reducir dicha capacidad malgastada.

La figura 8 es un diagrama que muestra información adicional que puede visualizarse utilizando otras realizaciones de la invención. Por ejemplo, y tal como se muestra en la figura 8, pueden proporcionarse como parte de una interfaz gráfica del usuario opciones de capacidad, tal como niveles de redundancia (por ejemplo, 2N), grupos o agrupaciones de bastidores en un centro de datos, configuraciones de línea, opciones de alimentación de grupos o indicaciones de cantidades de consumo de energía promedio o de pico.

Las figuras 9A y 9B muestran pantallas de interfaz gráfica del usuario que presentan diversos aspectos de la invención. En una realización, un centro de datos puede tener una serie de bastidores y una serie de fuentes de alimentación. Como se muestra en la figura 9A, un centro de datos puede incluir dos bastidores y dos fuentes de alimentación. La interfaz gráfica del usuario puede utilizarse para administrar relaciones de distribución de alimentación y asignación de recursos en la instalación entre fuentes de alimentación continua (UPS), unidades principales de distribución de alimentación y unidades de distribución de alimentación montadas en bastidores (RMPDUs), en múltiples bastidores de equipamiento (bastidores IT). Puede implementarse una realización utilizando productos RMPDU disponibles en la firma American Power Conversion Corporation (APC), de West Kingston, RI, tal como aquellos con número de referencia de APC AP7564, AP7568, AP7851 o AP7853, por ejemplo.

Un bastidor puede incluir por lo menos una RMPDU, que puede distribuir alimentación a varios componentes del bastidor o dispositivos conectados. Por ejemplo, cada uno de una serie de bastidores en un centro de datos puede incluir por lo menos un dispositivo electrónico de carga tal como un ordenador, un servidor, u otro elemento de equipamiento de tecnología de información (IT, information technology). En una realización, una RMPDU puede distribuir alimentación de una sola fase desde una fuente de alimentación trifásica. En algunas implementaciones, la RMPDU puede tener la capacidad de distribuir alimentación adicional a las cargas, si bien, la naturaleza de las conexiones de alimentación entre el equipamiento IT y una RMPDU dentro de un bastidor puede ser desconocida. Por lo tanto, la extensión y la naturaleza de cualquier capacidad de alimentación sobrante de RMPDU puede ser asimismo desconocida.

Los sistemas y métodos acordes por lo menos con una realización descrita en el presente documento pueden determinar la capacidad de alimentación disponible de las fuentes de alimentación de los bastidores del centro de datos. En una realización, puede determinarse el consumo de energía de RMPDU en el tiempo, por fase. Estos datos de consumo de energía y tolerancia del dispositivo (por ejemplo, datos de valores nominales, datos de etiquetas, datos de resultados de pruebas de puesta en funcionamiento) pueden evaluarse para determinar la capacidad de alimentación restante y utilizada para cada fase de una RMPDU. Esta información puede mostrarse a un usuario a través de las interfaces gráficas de usuario de las figuras 9A y 9B, junto con una indicación de cuándo, si, dónde y cómo puede cargarse equipamiento IT adicional en un bastidor de centro de datos que consuma energía de una RMPDU.

En una realización, que puede utilizar la interfaz gráfica de usuario de las figuras 9A y 9B, un centro de datos incluye dos bastidores (por ejemplo el bastidor 1 y el bastidor 2), incluyendo cada bastidor por lo menos una RMPDU. Los bastidores pueden configurarse para redundancia de alimentación 2N, con alimentación distribuida desde dos fuentes de alimentación independientes a cada uno de los bastidores. Por ejemplo, el bastidor 1 puede incluir dos RMPDU conectadas a una primera fuente de alimentación (por ejemplo, "fuente de alimentación α") y dos RMPDU conectadas a una segunda fuente de alimentación (por ejemplo "fuente de alimentación β"). Por lo tanto, en una realización un centro de datos puede incluir dos bastidores, que contienen cada uno cuatro RMPDUs. En una realización, esto puede conseguirse incluyendo una serie de bastidores (por ejemplo, el bastidor 1 y el bastidor 2) en un grupo de capacidad y configurando una densidad de alimentación de dicho grupo de capacidad a un nivel deseado.

En una realización, para cada fase de un sistema de distribución de alimentación multi-fase, la capacidad de alimentación del bastidor disponible puede determinarse evaluando en el tiempo la diferencia entre el consumo de energía promedio planificado de un bastidor y el consumo de energía medido real. La capacidad disponible de alimentación del bastidor puede determinarse evaluando en el tiempo la diferencia entre el consumo planificado de energía de pico del bastidor y el consumo de energía medido real. Por ejemplo, un centro de datos puede incluir dos bastidores (por ejemplo, bastidor 1 y bastidor 2) con alimentación distribuida desde dos fuentes independientes (fuente de alimentación α y fuente de alimentación β) a través de dos líneas (por ejemplo, línea 1 y línea 2) a cada uno de dichos bastidores.

En un realización ilustrativa, el consumo máximo de energía del bastidor esperado para el bastidor 1 puede ser de 6 kW, y el consumo máximo de energía del bastidor esperado para el bastidor 2 puede ser de 5,5 kW. Debe apreciarse que estos números son ejemplos, y que los consumos totales de energía de los bastidores para diversos bastidores que pueden utilizarse en los centros de datos varía ampliamente. En una realización, el consumo de

energía de bastidor máximo esperado para un bastidor incluye una suma del consumo de energía nominal corregido para cualquier equipamiento IT en un bastidor que ha sido incluido en una medición de la alimentación. El consumo de energía nominal corregido puede ser el consumo de energía nominal real o el consumo de energía nominal corregido en base a mediciones o a otra información, tal como configuraciones modificadas. Continuando con esta realización ilustrativa, el bastidor 1 y el bastidor 2 pueden consumir energía de la fuente de alimentación α la fuente de alimentación β a través de la línea 1 y la línea 2. En una realización, cada línea representa una fase de alimentación originada en una fuente de alimentación trifásica, tal como la fuente de alimentación α o la fuente de alimentación β. Este consumo de energía de cada bastidor a través de cada línea de cada fuente de alimentación puede medirse. Por ejemplo, pueden medirse cuatro diferentes consumos de energía para el bastidor 1, dado que el bastidor 1 puede consumir energía a través de la línea 1 desde la fuente de alimentación α y la fuente de alimentación β, y través de la línea 2 desde la fuente de alimentación α y la fuente de alimentación β. En una realización, la energía consumida por el bastidor 1 puede presentar las medidas que se indican en la tabla 1.

Tabla 1: consumo de energía medido del bastidor 1.

bastidor 1	línea 1	fuente de alimentación α	2,0 kW
bastidor 1	línea 1	fuente de alimentación β	1,0 kW
bastidor 1	línea 2	fuente de alimentación α	1,5 kW
bastidor 1	línea 2	fuente de alimentación β	0,5 kW

En el ejemplo mostrado en la tabla 1, la potencia consumida mediante el bastidor 1 a través de la línea 1 es de 2 kW desde la fuente de alimentación α y de 1 kW desde la fuente de alimentación β. La potencia consumida mediante el bastidor 1 a través de la línea 2 es de 1,5 kW desde la fuente de alimentación α y de 0,5 kW desde la fuente de alimentación β. Haciendo referencia a la tabla 1, el consumo de energía global del bastidor 1 desde la línea 1 es de 3,5 kW (es decir, 2,0 kW + 1,0 kW) y el consumo de energía global del bastidor 1 desde la línea 2 es de 2,0 kW (es decir, 1,5 kW + 0,5 kW). Sumando estos consumos de energía globales, se ve que el consumo de energía medido global del bastidor 1 en este ejemplo es de 5 kW (es decir, 3 kW + 2 kW).

Continuando con esta realización ilustrativa, en la que un centro de datos incluye dos bastidores, la energía consumida mediante el bastidor 2 puede presentar las medidas que se indican en la tabla 2:

Tabla 2: consumo de energía medido del bastidor 2.

bastidor 2	línea 1	fuente de alimentación α	1,0 kW
bastidor 2	línea 1	fuente de alimentación β	0,5 kW
bastidor 2	línea 2	fuente de alimentación α	2,0 kW
bastidor 2	línea 2	fuente de alimentación β	0,5 kW

Tal como se muestra en la tabla 2, por ejemplo, la energía consumida por el bastidor 2 a través de la línea 1 es de 1 kW desde la fuente de alimentación α, y de 0,5 kW desde la fuente de alimentación β. La potencia consumida mediante el bastidor 2 a través de la línea 2 es de 2,5 kW desde la fuente de alimentación α y de 0,5 kW desde la fuente de alimentación β. Haciendo referencia a la tabla 2, el consumo de energía global del bastidor 2 desde la línea 1 es de 1,5 kW (es decir, 1,0 kW + 0,5 kW), y el consumo de energía global del bastidor 2 desde la línea 2 es de 2,5 kW (es decir, 2,0 kW + 0,5 kW). Sumando estos consumos de energía globales, se ve que el consumo de energía medido global mediante el bastidor 2 en este ejemplo es de 4 kW (es decir, 2,5 kW + 1,5 kW).

Tal como se indicado anteriormente, en la realización ilustrativa, el consumo de energía del bastidor esperado máximo para el bastidor 1 puede ser de 6 kW y el consumo de energía de bastidor del esperado máximo para el bastidor 2 puede ser de 5,5 kW. De este modo, puede determinarse un factor de consumo de energía, que es la relación de consumo de energía esperado máximo frente a consumo de energía medido (es decir, consumo de energía máximo/consumo de energía medido). Continuando con esta realización, el factor de consumo de energía del bastidor 1 es de 6/5, y el factor de consumo de energía del bastidor 2 es de 5,5/4.

Tal como se ha indicado y mostrado anteriormente en la tabla 1 y la tabla 2, en una realización, cada bastidor (por ejemplo, el bastidor 1 y el bastidor 2) pueden incluir cuatro consumos de energía. Un bastidor con cuatro consumos de energía diferentes puede incluir cuatro diferentes unidades de distribución de alimentación montadas en bastidor (RMPDUs). Por ejemplo, cada combinación de fuente de alimentación/línea puede incluir una RMPDU configurada para distribuir alimentación de una fase desde una fuente de alimentación trifásica al equipamiento IT de un bastidor. Cuando un bastidor incluye cuatro líneas, proporcionando cada línea alimentación de una sola fase desde dos diferentes fuentes de alimentación trifásicas, existen cuatro posibles combinaciones de fuente de alimentación/línea, y por lo tanto cuatro RMPDUs. Continuando con la realización ilustrativa de la tabla 1 y la tabla 2, en la tabla 3 se muestra un ejemplo del consumo esperado de energía de pico en cada RMPDU para el bastidor 1.

Con respecto a la tabla 3, reproducida a continuación, el consumo esperado de energía de pico se basa en la suma de los productos de los respectivos factores de consumo de energía y la energía de pico esperada consumida a

través de las líneas desde las fuentes de alimentación del bastidor 1. Debe apreciarse que la naturaleza repetitiva de estas tablas y ecuaciones es el resultado de la configuración de redundancia 2N de este ejemplo. Puede consumirse energía desde solamente una, o desde más de una fuente de alimentación al mismo tiempo. Puede consumirse energía, pero no es obligatorio, simultáneamente desde una serie de fuentes de alimentación. Otras configuraciones pueden tener como resultado diferentes datos de consumo esperado de energía de pico. Por ejemplo, haciendo referencia a la tabla 1, el consumo esperado de energía de pico de las unidades de distribución de alimentación montadas en bastidor se indica en las ecuaciones 1 a 4.

$$(1) \qquad \text{RMPDU } 1\alpha = \left(\frac{6}{5} * 2.0kW\right) + \left(\frac{6}{5} * 1.0kW\right) = \frac{18}{5} = 3.6kW$$

$$(2) \qquad \text{RMPDU } 1\beta = \left(\frac{6}{5} * 2.0kW\right) + \left(\frac{6}{5} * 1.0kW\right) = \frac{18}{5} = 3.6kW$$

$$(3) \qquad \text{RMPDU } 2\alpha = \left(\frac{6}{5} * 1.5kW\right) + \left(\frac{6}{5} * 0.5kW\right) = \frac{24}{10} = 2.4kW$$

$$(4) \qquad \text{RMPDU } 2\beta = \left(\frac{6}{5} * 1.5kW\right) + \left(\frac{6}{5} * 0.5kW\right) = \frac{24}{10} = 2.4kW$$

Tabla 3: consumo esperado de energía de pico del bastidor 1

bastidor 1	línea 1	fuente de alimentación α	RMPDU 1 α
bastidor 1	línea 1	fuente de alimentación β	RMPDU 1 β
bastidor 1	línea 2	fuente de alimentación α	RMPDU 2 α
bastidor 1	línea 2	fuente de alimentación β	RMPDU 2 β

Tal como puede verse a partir de las ecuaciones 1 a 4, en este ejemplo, la energía de pico esperada consumida mediante la línea 1 del bastidor 1 es de 3,6 kW y la energía de pico esperada consumida mediante la línea 2 del bastidor 1 es de 2,4 kW, independientemente de la fuente de alimentación (por ejemplo, α o β). 3,6 kW + 2,4 kW = 6 kW, que, tal como se indicado anteriormente, es el consumo de energía máximo para el bastidor 1 .

Continuando con esta realización ilustrativa, en la tabla 4, reproducida a continuación, se muestra un ejemplo de un consumo esperado de energía de pico para el bastidor 2. En relación con la tabla 4, el consumo esperado de energía de pico es la suma de los productos de los respectivos factores de consumo de energía y los consumos de energía medidos a través de las líneas y las fuentes de alimentación del bastidor 2. Por ejemplo, haciendo referencia a la tabla 2, la energía de pico esperada consumida mediante las unidades de distribución de alimentación montadas en bastidor se indica las ecuaciones 5 a 8.

$$(5) \qquad \text{RMPDU } 2\alpha = \left(\frac{5.5}{4} * 1.0kW\right) + \left(\frac{5.5}{4} * 0.5kW\right) = \frac{16.5}{8} = 2.06kW$$

$$(6) \qquad \text{RMPDU } 2\,\beta = \left(\frac{5.5}{4} * 1.0kW\right) + \left(\frac{5.5}{4} * 0.5kW\right) = \frac{16.5}{8} = 2.06kW$$

$$(7) \qquad \text{RMPDU } 2\alpha = \left(\frac{5.5}{4} * 2.0kW\right) + \left(\frac{5.5}{4} * 0.5kW\right) = \frac{27.5}{8} = 3.44kW$$

$$(8) \qquad \text{RMPDU } 2\,\beta = \left(\frac{5.5}{4} * 2.0kW\right) + \left(\frac{5.5}{4} * 0.5kW\right) = \frac{27.5}{8} = 3.44kW$$

Tabla 4: consumo esperado de energía de pico del bastidor 2

bastidor 2	línea 1	fuente de alimentación α	RMPDU 1 α
bastidor 2	línea 1	fuente de alimentación β	RMPDU 1 β
bastidor 2	línea 2	fuente de alimentación α	RMPDU 2 α
bastidor 2	línea 2	fuente de alimentación β	RMPDU 2 β

Tal como puede verse partir de las ecuaciones 5 a 8, en este ejemplo la energía de pico esperada consumida mediante la línea 1 del bastidor 2 es de 2,06 kW y la energía de pico esperada consumida mediante la línea 2 del bastidor 2 es de 3,44 kW, independientemente de la fuente de alimentación (por ejemplo, α o β). 2,06 kW + 3,44 kW

= 5,5 kW, que, tal como se indicado anteriormente, es el consumo de energía máximo para el bastidor 2 en este ejemplo.

Continuando con esta realización ilustrativa, el bastidor 1 puede tener un consumo de energía promedio planificado, por ejemplo, de 3,75 kW para ambas líneas 1 y 2. Este número es un ejemplo y puede variar. En una realización, un consumo de energía promedio planificado es, en términos generales, un consumo de energía promedio predeterminado de una serie de bastidores que están incluidos en uno o varios centros de datos. Tal como se indica en la tabla 3, se ha determinado que el consumo esperado de energía de pico del bastidor 1 es de 3,6 kW para la línea 1. Esto deja una capacidad de bastidor promedio disponible que es la diferencia del consumo de energía promedio planificado y el consumo esperado de energía de pico, por ejemplo, 3,75 kW - 3,6 kW = 0,15 kW para la línea 1 del bastidor 1. Análogamente, se ha determinado que el consumo esperado de energía de pico del bastidor 1 es de 2,4 kW para la línea 2. Esto deja una capacidad de bastidor disponible de 3,75 kW - 2,4 kW = 1,35 kW para la línea 2 del bastidor 1. La capacidad de bastidor disponible para el bastidor 1 es la suma de la capacidad de bastidor disponible para la línea 1 del bastidor 1 y la capacidad de bastidor disponible para la línea 2 del bastidor 1, es decir, 0,15 kW + 1,35 kW = 1,5 kW.

En esta realización ilustrativa, el bastidor 2 puede tener asimismo un consumo de energía promedio planificado, por ejemplo, de 3,75 kW para ambas líneas 1 y 2. Tal como se indica en la tabla 4, se ha determinado que el consumo esperado de energía de pico del bastidor 2 es de 2,06 kW para la línea 1. Esto deja una capacidad disponible de 3,75 kW - 2,06 kW = 1,69 kW para la línea 1 del bastidor 2. Ventajosamente, se ha determinado que el consumo esperado de energía de pico del bastidor 2 es de 3,44 kW para la línea 2. Esto deja una capacidad disponible del bastidor de 3,75 kW - 3,44 kW = 0,31 kW para la línea 2 del bastidor 2. La capacidad de bastidor disponible para el bastidor 2 es la suma de la capacidad de bastidor disponible para la línea 1 y la capacidad de bastidor disponible para la línea 2 del bastidor 2, es decir, 1,69 kW + 0,31 kW = 2,0 kW.

Debe apreciarse que la capacidad total de la línea 1, en esta realización, es la suma de las capacidades de la línea 1 para el bastidor 1 y el bastidor 2. Por lo tanto, la capacidad total de la línea 1 es de 0,15 kW+1,69 kW = 1,84 kW en este ejemplo. Ventajosamente, la capacidad total de la línea 2 es la suma de las capacidades de la línea 2 para el bastidor 1 y el bastidor 2, es decir, 1,35 kW + 0,31 kW = 1,66 kW, en este ejemplo, donde el consumo de energía promedio planificado del bastidor 1 es de 3,75 kW. En una realización, un agrupamiento de bastidores (por ejemplo, un grupo de bastidores) puede permanecer colectivamente dentro de un consumo de energía promedio planificado, y bastidores individuales pueden exceder este valor promedio.

En una realización, la capacidad máxima disponible puede basarse en un valor planificado de consumo de energía de pico del bastidor. Por ejemplo, el valor planificado de consumo de energía de pico del bastidor puede ser un valor predeterminado de 6 kW para las líneas 1 y 2. Con un consumo de energía de pico de 6 kW, la capacidad del bastidor disponible máxima para la línea 1 del bastidor 1 es, en esta realización ilustrativa, la diferencia entre el consumo de energía de pico y la energía de pico esperada consumida por la línea 1 del bastidor 1, por ejemplo, 6 kW - 3,6 kW = 2,4 kW (ver la tabla 3). Sin embargo, la capacidad de bastidor disponible, en una realización, es la menor de la diferencia entre 1) el consumo de energía promedio planificado y el consumo esperado de energía de pico y 2) el consumo de energía de pico del bastidor planificado y el consumo esperado de energía de pico. Por ejemplo, la capacidad disponible máxima del bastidor de 2,4 kW para el bastidor 1, línea 1, es mayor que la capacidad existente de la línea 1 que, tal como se indicado anteriormente, es de 1,84 kW en esta realización ilustrativa. La capacidad disponible máxima del bastidor para el bastidor 1, línea 1, es la capacidad existente de 1,84 kW. En este ejemplo, 1,84 kW está disponible a través de la línea 1 para tratar la adición de cualquier equipamiento IT a, por lo menos, uno del bastidor 1.

Análogamente, la capacidad disponible máxima para la línea 2 del bastidor 1 puede determinarse calculando la diferencia entre el consumo de energía de pico y la energía de pico esperada de la línea 2 del bastidor 1. En la realización mostrada anteriormente, y con respecto a la tabla 4, esto sería 6 kW - 2,4 kW = 3,6 kW. Aunque este cálculo indica que la capacidad disponible máxima del bastidor podría ser de 3,6 kW, en este ejemplo, la capacidad total disponible máxima para la línea 2 es de 1,66 kW, una cantidad que en una realización no puede excederse. Por lo tanto, la capacidad de línea total para la línea 2 es de 1,66 kW en este ejemplo.

Debe apreciarse que, en esta realización mostrada, la capacidad disponible máxima del bastidor para el bastidor 1 puede ser de 2,4 kW y 3,6 kW, respectivamente, para las líneas 1 y 2. Estos valores de capacidad máxima indican los límites de alimentación que deberán respetarse para, por ejemplo, evitar que se desconecte un interruptor o se pierda de otro modo una carga. Sin embargo, tal como se demuestra en esta realización ilustrativa, otros hechos pueden impedir la aplicación de los valores de capacidad máxima. Por ejemplo, cuando la capacidad total disponible de la línea (por ejemplo, 1,84 kW para la línea 1 y 1,66 kW para la línea 2) es menor que la capacidad disponible calculada máxima de un bastidor (por ejemplo, 2,4 kW para la línea 1 y 3,6 kW para la línea 2 del bastidor 1) se controla la capacidad total de la línea y, en una realización, no se excede.

La capacidad de bastidor disponible máxima del bastidor 2 puede asimismo determinarse y, en una realización, puede estar limitada mediante capacidades de línea totales disponibles. Por ejemplo, y haciendo referencia a la realización mostrada anteriormente y a la tabla 4, la capacidad disponible máxima para el bastidor 2, línea 1 puede

ser de 6 kW - 2,06 kW = 3,94 kW. Sin embargo, en este ejemplo, la capacidad de línea total de la línea 1 está limitado a 1,84 kW, lo que hace que 1,84 kW sea la cantidad máxima de alimentación que puede distribuirse al bastidor 2 a través de la línea 1 en este ejemplo. En una realización en la que, por ejemplo, la capacidad de línea total de la línea 1 es, por ejemplo, de 4,1 kW, puede aplicarse la capacidad de bastidor disponible máxima total para el bastidor 2, línea 1 (por ejemplo, 3,94 kW).

Puede determinarse análogamente la capacidad disponible máxima para el bastidor 2, línea 2. Haciendo referencia a la tabla 4, en una realización la capacidad disponible máxima para el bastidor 2, línea 2 puede ser de 6 kW - 3,44 kW = 2,56 kW. Sin embargo, este valor es mayor que la capacidad de línea total de la línea 2, que en este ejemplo es de 1,66 kW. Como resultado, la capacidad disponible máxima del bastidor 2, línea 2, puede limitarse mediante la capacidad de línea global de la línea 2, que es de 1,66 kW. En varias realizaciones, por lo menos una parte de la capacidad disponible máxima de la línea puede aplicarse a cualquier bastidor, hasta un límite de la capacidad total de dicha línea.

En una realización, el conocimiento de la distribución de capacidad disponible para cada una de las fases disponibles (por ejemplo, líneas) en cada bastidor, puede utilizarse para encontrar posiciones disponibles en bastidores y RMPDUs en los que pueda haber alimentación suficiente disponible para soportar equipamiento IT adicional. Por ejemplo, en base a una evaluación del consumo de energía, indicadores, placas indicadoras, pruebas de puesta en funcionamiento, redundancia de infraestructura, y a una evaluación de la capacidad del bastidor y la línea disponible, los sistemas y los métodos dados a conocer en el presente documento pueden proporcionar una recomendación sobre dónde situar el equipamiento IT adicional (por ejemplo, un servidor), así como una RMPDU y una fase de alimentación (por ejemplo, línea 1 o línea 2) a las que conectar el servidor.

Con respecto a la realización mostrada anteriormente, y haciendo referencia a las tablas 1 a 4 y a las ecuaciones 1 a 8, en una realización un usuario puede añadir un servidor de 1 kW a uno del primer bastidor y el segundo bastidor. Tal como se ha descrito anteriormente, la capacidad disponible máxima para el bastidor 2, línea 1, puede ser de 3,94 kW, que en este ejemplo indica una capacidad potencial mayor que cualquiera de las otras combinaciones de bastidor/línea. En este ejemplo, los aspectos y realizaciones dados a conocer en el presente documento pueden proporcionar la indicación de que se va a conectar un nuevo servidor a la línea 1 del bastidor 2.

En una realización, puede realizarse una recomendación sobre dónde y cómo introducir un dispositivo IT adicional en un bastidor. Por ejemplo, puede indicarse a un usuario que introduzca un servidor de 1 kW en la línea 1 del bastidor 2 en base, por lo menos en parte, a la capacidad disponible máxima de dicho bastidor y dicha línea. Dado que en una realización el servidor de 1 kW puede no haber sido conectado al bastidor 2 en la línea 1, las características de alimentación del servidor pueden no haber sido incorporadas al cálculo de las anteriores ecuaciones 1 a 8. En una realización, pueden tomarse en consideración las características de alimentación del servidor de 1 kW, y realizarse nuevos cálculos para volver a determinar la capacidad a la vista del servidor adicional de 1 kW.

En una realización, para añadir un servidor de 1 kW, por ejemplo, al bastidor 2, línea 1, puede añadirse una carga de 1 kW a las ecuaciones 5 y 6, tal como se indica a continuación en la tabla 5 y en las ecuaciones 9 y 10.

$$(9) \qquad \text{RMPDU } 2\alpha = \left(\frac{5.5}{4} * 1.0kW\right) + \left(\frac{5.5}{4} * 0.5kW\right) + 1kW = \frac{24.5}{8} = 3.06kW$$

$$(10) \qquad \text{RMPDU } 2\,\beta = \left(\frac{5.5}{4} * 1.0kW\right) + \left(\frac{5.5}{4} * 0.5kW\right) + 1kW = \frac{24.5}{8} = 3.06kW$$

En esta realización ilustrativa, las ecuaciones 7 y 8 no cambian dado que representan la línea 2 del bastidor 2 que, en esta realización, no recibe la carga adicional de 1 kW. La tabla 5 reproducida a continuación actualiza la tabla 4 para reflejar esta carga adicional añadida a la línea 1 del bastidor 2.

Tabla 5: consumo esperado de energía de pico del bastidor 2

bastidor 2	línea 1	fuente de alimentación α	RMPDU 1 α	2,06 kW + 1 kW = 3,06 kW
bastidor 2	línea 1	fuente de alimentación β	RMPDU 1 β	2,06 kW + 1 kW = 3,06 kW
bastidor 2	línea 2	fuente de alimentación α	RMPDU 2 α	3,44 kW
bastidor 2	línea 2	fuente de alimentación β	RMPDU 2 β	3,44 kW

Continuando con esta realización ilustrativa, la carga de 1 kW adicional cambia la determinación de la capacidad de bastidor disponible para la línea 1 del bastidor 2. Por ejemplo, y tal como se ha descrito anteriormente, cuando el

consumo de energía de pico planificado es de 3,75 kW, se ha determinado que la capacidad de bastidor disponible para la línea 1 del bastidor 2 es de 3,75 kW - 2,06 kW = 1,69 kW (ver las ecuaciones 5 y 6). Debido a la nueva incorporación de la carga de 1 kW al bastidor 2, línea 1, la capacidad de bastidor disponible para el bastidor 2, línea 1, cae a 3,75 kW - 3,06 kW = 0,69 kW (ver las ecuaciones 9 y 10). En este ejemplo, la capacidad de bastidor disponible para la línea 2, bastidor 2, se mantiene a 3,75 kW - 3,44 kW = 0,31 kW. Como resultado, la capacidad de bastidor disponible para el bastidor 2 cae de 2,0 kW (es decir, 1,69 kW + 0,31 kW = 2,0 kW) a 1 kW (es decir, 0,69 kW + 0,31 kW = 1,0 kW). Análogamente, en esta realización ilustrativa, la nueva carga de 1 kW para el bastidor 2, línea 1, hace caer la capacidad total de la línea 1 de 0,15 kW+1,69 kW=1,84 kW a 0,15 kW + 0,69 kW = 0,84 kW.

Tal como se ha mostrado anteriormente, con un consumo de energía promedio de bastidor planificado de 3,75 kW por línea, y un consumo de energía promedio de bastidor planificado de 6 kW por línea, las capacidades de bastidor disponibles máximas quedan tal como se indica en la tabla 6 reproducida a continuación.

Tabla 6: capacidad de bastidor máxima disponible.

bastidor 1	línea 1	6,0 kW - 3,6 kW = 2,4 kW
bastidor 1	línea 2	6,0 kW - 2,4 kW = 3,6 kW
bastidor 2	línea 1	6,0 kW - 2,06 kW = 3,94 kW
bastidor 2	línea 2	6,0 kW - 3,44 kW = 2,56 kW

En una realización, estas capacidades disponibles máximas puede limitarse mediante las capacidades de línea totales disponibles. En este ejemplo, debido a que el servidor de 1 kW está siendo aplicado a la línea 1, la capacidad total de la línea 2 permanece sin cambios en 1,35 kW + 0,31 kW =1,66 kW, y la capacidad total de la línea 1 cae a 0,15 kW + 0,69 kW = 0,84 kW. Debido a que en este ejemplo las capacidades de línea totales de la línea 1 y la línea 2 son menores que las capacidades de bastidor disponibles máximas de la tabla 6, las capacidades de línea totales limitan la cantidad de distribución de alimentación a los bastidores, tal como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: capacidad de bastidor máxima disponible con una carga adicional de 1 kW

bastidor 1	línea 1	capacidad de bastidor 1, línea 1, de 2,4 kW pero limitada a la capacidad de la línea 1 de 0,84 kW
bastidor 1	línea 2	capacidad de bastidor 1, línea 2 de 3,6 kW pero limitada a la capacidad de la línea 2 de 1,66 kW
bastidor 2	línea 1	capacidad de bastidor 2, línea 1 de 3,94 kW pero limitada a la capacidad de la línea 1 de 0,84 kW
bastidor 2	línea 2	capacidad de bastidor 2, línea 2, de 2,56 kW pero limitada a la capacidad de la línea 2 de 1,66 kW

Debe apreciarse que en esta realización ilustrativa en la que se añade un servidor de 1 kW a un centro de datos en un agrupamiento de bastidores, se determina dónde (por ejemplo, el bastidor 1) y cómo (por ejemplo, en la línea 1) puede realizarse la introducción de un servidor de 1 kW, por lo menos en parte, debido a una evaluación de las capacidades del bastidor y de la línea.

En una realización, puede añadirse un segundo dispositivo IT, tal como otro servidor de 1 kW, a un centro de datos de la realización mostrada anteriormente. Haciendo referencia a la tabla 7, la línea 1, cuya capacidad está limitada 0,84 kW, no puede transportar una carga de 1 kW completa. Sin embargo, la línea 2, con una capacidad de 1,66 kW, tiene capacidad suficiente para transportar una carga de 1 kW. Por ejemplo, y haciendo referencia a la tabla 7, esta segunda carga de 1 kW puede asignarse al bastidor 1, línea 2. En una realización, los datos de alimentación a partir de la primera y la segunda cargas adicionales de 1 kW pueden evaluarse para volver a calibrar las capacidades disponibles de las líneas y los bastidores de un centro de datos, sin la necesidad de instalar y hacer funcionar físicamente la primera y/o la segunda cargas de 1 kW adicionales. Por ejemplo, los nuevos datos de carga pueden corregir la tabla 3 tal como se indica a continuación en la tabla 8.

Tabla 8: consumo esperado de energía de pico del bastidor 1

bastidor 1	línea 1	fuente de alimentación α	RMPDU 1 α	3,6 kW
bastidor 1	línea 1	fuente de alimentación β	RMPDU 1 β	3,6 kW
bastidor 1	línea 2	fuente de alimentación α	RMPDU 2 α	2,4 kW + 1 kW = 3,4 kW
bastidor 1	línea 2	fuente de alimentación β	RMPDU 2 β	2,4 kW + 1 kW = 3,4 kW

La adición de una segunda carga adicional de 1 kW se refleja asimismo en las siguientes ecuaciones 11 y 12, que complementan las ecuaciones 3 y 4 teniendo en cuenta a la segunda carga de 1 kW.

$$(12) \quad \text{RMPDU } 2\beta = \left(\frac{6}{5} * 1.5kW\right) + \left(\frac{6}{5} * 0.5kW\right) + 1.0kW = \frac{34}{10} = 3.4kW$$

$$(11) \quad \text{RMPDU } 2\alpha = \left(\frac{6}{5} * 1.5kW\right) + \left(\frac{6}{5} * 0.5kW\right) + 1.0kW = \frac{34}{10} = 3.4kW$$

En una realización, se ha añadido una carga de 1 kW al bastidor 1, línea 2, y cuando se añade otra carga de 1 kW al bastidor 2, línea 1, el consumo esperado de energía de pico puede mostrarse mediante las partes combinadas de la tabla 5 y la tabla 8, tal como se ve en la tabla 9.

Tabla 9: consumo esperado de energía de pico con dos cargas de 1 kW adicionales

bastidor 1	línea 1	RMPDU 1 α	3,6 kW
bastidor 1	línea 2	RMPDU 1 β	2,4 kW + 1 kW = 3,4 kW
bastidor 2	línea 1	RMPDU 2 α	2,06 kW + 1 kW = 3,06 kW
bastidor 2	línea 2	RMPDU 2 β	3,44 kW

En esta realización ilustrativa, el bastidor 1 tiene el consumo de energía promedio planificado de 3,75 kW para ambas líneas 1 y 2. Haciendo referencia a la tabla 9, las diferencias entre el consumo planificado de energía promedio de 3,75 kW y los consumos esperados de energía de pico de 3,6 kW, 3,4 kW, 3,06 kW y 3,44 kW tienen como resultado capacidades de bastidor disponibles de 0,15 kW para la línea 1 del bastidor 1, 0,35 kW para la línea 2 del bastidor 1, 0,69 kW para la línea 1 del bastidor 2 y 0,31 kW para la línea 2 del bastidor 2. Desde apreciarse que las capacidades de bastidor disponibles en este ejemplo sobre 0,15 kW + 0,35 kW = 0,5 kW para el bastidor 1 y de 0,69 kW + 0,31 kW = 1,0 kW para el bastidor 2. Desde apreciarse además que las capacidades totales de línea en esta realización son de 0,15 kW + 0,69 kW = 0,84 kW para la línea 1 y de 0,35 kW + 0,31 kW = 0,66 kW para la línea 2. Debido a que en este ejemplo las capacidades totales de línea de la línea 1 y la línea 2 son menores que las capacidades de bastidor disponibles máximas, las capacidades totales de línea limitan la alimentación a la cantidad de distribución de alimentación a los bastidores que se muestra en la tabla 10.

Tabla 10: capacidad de bastidor máxima disponible con dos cargas adicionales de 1 kW

bastidor 1	línea 1	capacidad de bastidor 1, línea 1, de 2 kW pero limitada a la capacidad de la línea 1 de 0,84 kW
bastidor 1	línea 2	capacidad de bastidor 1, línea 2, de 2,6 kW pero limitada a la capacidad de la línea 2 de 0,66 kW
bastidor 2	línea 1	capacidad de bastidor 2, línea 1, de 3,94 kW pero limitada a la capacidad de la línea 1 de 0,84 kW
bastidor 2	línea 2	capacidad de bastidor 2, línea 2, de 2,56 kW pero limitada a la capacidad de la línea 2 de 0,66 kW

Las realizaciones incluidas en las tablas y ecuaciones del presente documento representan ejemplos de distribución de energía del centro de datos, donde puede añadirse equipamiento IT a bastidores específicos conectados a fuentes de alimentación de un centro de datos, a efectos de asignar eficientemente recursos e integrar nuevo equipamiento IT en centros de datos o sistemas de distribución de energía existentes. Desde apreciarse que los números y tolerancias específicos de estos ejemplos y realizaciones no son limitativos. Otros dispositivos pueden tener requisitos de vataje que son diferentes a los números específicos utilizados en el presente documento. Debe apreciarse además que las mediciones y los cálculos de alimentación dados a conocer el presente documento indican qué fase de una fuente de alimentación tiene capacidad suficiente para alimentar un nuevo dispositivo. De este modo, los sistemas y métodos dados a conocer en el presente documento posibilitan calcular la distribución de capacidad de alimentación utilizada y disponible en cualquiera de una fuente de alimentación continua, una unidad de distribución de alimentación y una unidad de distribución de alimentación montada en bastidor, en uno o varios sistemas de alimentación trifásicos desplegados en un centro de datos o en otra configuración.

En una realización, no es necesario conocer la distribución real de cargas entre fases. Por ejemplo, los cálculos en el presente documento pueden basarse en el consumo de energía de pico medido por fase para un sistema de alimentación trifásico, notificado mediante las RMPDUs a través de un sistema de administración combinado con un modelo informático de conexiones de alimentación y de fase entre cualesquiera de las unidades de distribución de alimentación, unidades de alimentación continua, unidades de distribución de alimentación montadas en bastidor y equipamiento IT. En una realización, el equipamiento IT tiene una energía de pico esperada conocida (por ejemplo, impresa en una placa indicativa) y una posición conocida en un centro de datos. Estos datos pueden ser suficientes para los cálculos y las operaciones dados a conocer en el presente documento, incluso en ausencia de datos conocidos de conexión de alimentación entre el equipamiento IT y cualesquiera RMPDUs. Por ejemplo, cuando se desconocen estos detalles, puede utilizarse la distribución relativa de consumo de energía de pico medido entre fases de las RMPDU en un bastidor, para calcular la distribución del consumo de energía de pico promedio o

esperado de equipamiento IT instalado. En una realización, la capacidad disponible por fase por RMPDU puede calcularse en base a la distribución calculada de consumo esperado de energía de pico. Pueden utilizarse cálculos de capacidad que combinan datos medidos con valores de la placa indicativa o de otros indicadores, junto con datos de RMPDU medidos, para equilibrar fases de alimentación en centros de datos.

En una realización, a través de una interfaz de usuario, un usuario puede seleccionar o introducir cualesquiera de una redundancia deseada, valores de indicadores, dimensiones físicas, requisitos de energía tal como consumo esperado de energía de pico, número de fases, o tensión, y en base a estas entradas, los aspectos dados a conocer en el presente documento pueden presentar una o varias posiciones recomendadas y conexiones recomendadas. En una realización, pueden presentarse a un usuario una serie de posiciones y conexiones aceptables.

Pueden implementarse varias realizaciones acordes con la invención en uno o varios sistemas informáticos, tal como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, puede implementarse el sistema 200 en un único sistema informático o en múltiples sistemas informáticos. Estos sistemas informáticos pueden ser, por ejemplo, ordenadores de propósito general tal como los que se basan en un procesador de tipo Intel Pentium, procesadores Motorola PowerPC, Sun UltraSPARC, Hewlett-Packard PA-RISC o cualquier otro tipo de procesador.

Por ejemplo, varios aspectos de la invención pueden implementarse como software especializado que se ejecuta en un sistema informático 1200 de propósito general, tal como el que se muestra en la figura 12. El sistema informático 1200 puede incluir un procesador 1203 conectado a uno o varios dispositivos de memoria 1204, tal como un disco duro, memoria u otro dispositivo para almacenamiento de datos. La memoria 1204 se utiliza habitualmente para almacenar programas y datos durante el funcionamiento del sistema informático 1200. El sistema informático 1200 puede incluir asimismo un sistema de almacenamiento 1206 que proporciona capacidad adicional de almacenamiento. Los componentes del sistema informático 1200 pueden estar acoplados mediante un mecanismo de interconexión 1205, que puede incluir uno o varios buses (por ejemplo, entre componentes que están integrados dentro de una misma máquina) y/o una red (por ejemplo, entre componentes que residen en máquinas individuales independientes). El mecanismo de interconexión 1205 permite el intercambio de comunicaciones (por ejemplo, datos, instrucciones) entre componentes de sistema del sistema 1200.

El sistema informático 1200 incluye asimismo uno o varios dispositivos de entrada 1202, por ejemplo, un teclado, un ratón, una rueda de desplazamiento, un micrófono, una pantalla táctil y uno o varios dispositivos de salida 1207, por ejemplo, un dispositivo de impresión, una pantalla, un altavoz. Además, el sistema informático 1200 puede contener una o varias interfaces (no mostradas) que conectan el sistema informático 1200 con una red de comunicación (adicional o alternativamente al mecanismo de interconexión 1205).

El sistema de almacenamiento 1206, mostrado un mayor detalle en la figura 13, incluye habitualmente un medio 1311 de grabación no volátil legible y grabable por ordenador, en el que se almacenan señales que definen un programa a ejecutar mediante el procesador, o información almacenada en el medio 1311 para ser procesada mediante el programa a efectos de llevar a cabo una o varias funciones asociadas con realizaciones descritas en el presente documento. El medio puede ser, por ejemplo, un disco o memoria flash. Adicionalmente, en funcionamiento, el procesador hace que se lean los datos desde el medio 1311 de grabación no volátil hacia otra memoria 1312 que permite un acceso a la información mediante el procesador, más rápido que el medio 1311. La memoria 1312 es habitualmente memoria de acceso aleatorio volátil, tal como memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM, dynamic random access memory) o memoria estática (SRAM, static RAM). Ésta puede estar situada en el sistema de almacenamiento 1306, tal como se muestra, o en el sistema de memoria 1204. El procesador 1203 manipula, de forma general, los datos dentro de la memoria de circuito integrado 1204, 1312 y a continuación copia los datos en el medio 1311 una vez que se ha completado el procesamiento. Se conocen diversos mecanismos para administrar movimientos de datos entre el medio 1311 y un elemento de memoria de circuito integrado 1204, 1312, y la invención no se limita a los mismos. La invención no se limita a un sistema de memoria 1204 o sistema de almacenamiento 1206 específicos.

El sistema informático puede incluir hardware de propósito específico, programado especialmente, por ejemplo, un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, application-specific integrated circuit). Los aspectos de la invención pueden implementarse en soporte lógico, equipamiento físico o soporte lógico inalterable, o en cualquier combinación de los mismos. Además, dichos métodos, acciones, sistemas, elementos de sistema y componentes de los mismos puede implementarse como parte del sistema informático descrito anteriormente o como un componente independiente.

Aunque el sistema informático 1200 se muestra a modo de ejemplo como un tipo de sistema informático en el que pueden ponerse en práctica diversos aspectos de la invención, deberá apreciarse que los aspectos de la invención no se limitan a su implementación en el sistema informático que se muestra en la figura 12. Pueden ponerse en práctica diversos aspectos de la invención en uno o varios ordenadores con arquitectura o componentes diferentes a los mostrados en la figura 12. Además, cuando en el presente documento (o en las reivindicaciones) se describen funciones o procesos de realizaciones de la invención siendo realizados en un procesador o controlador, se pretende que dicha descripción incluye sistemas que utilizan más de un procesador o controlador para llevar a cabo las funciones.

El sistema informático 1200 puede ser un sistema informático de propósito general, que sea programable utilizando un lenguaje de programación informática de alto nivel. El sistema informático 1200 puede implementarse asimismo utilizando equipamiento físico de propósito especial, programado especialmente. En el sistema informático 1200, el procesador 1203 es habitualmente un procesador disponible comercialmente, tal como el bien conocido procesador de la clase Pentium, disponible en la firma Intel Corporation. Hay disponibles muchos otros procesadores. Un procesador de este tipo ejecuta normalmente un sistema operativo que puede ser, por ejemplo, los sistemas operativos Windows 95, Windows 98, Windows NT, Windows 2000 (Windows ME) o Windows XP o Vista, disponibles en la firma Microsoft Corporation, el sistema operativo MAC OS System X disponible en la firma Apple Computer, el sistema operativo Solaris disponible en la firma Sun Microsystems, o los sistemas operativos UNIX disponibles en varias fuentes. Pueden utilizarse muchos otros sistemas operativos.

El procesador y el sistema operativo definen conjuntamente una plataforma informática para la que se describen programas de aplicación en lenguajes de programación de alto nivel. Debe entenderse que las realizaciones de la invención no se limitan a una plataforma de sistema informático, procesador, sistema operativo o red específicos. Asimismo, resulta evidente para los expertos en la materia que la presente invención no se limita a un sistema informático o lenguaje de programación específico. Además, debe apreciarse que podrían utilizarse asimismo otros lenguajes de programación adecuados y otros sistemas informáticos adecuados.

Una o varias partes del sistema informático pueden estar distribuidas a través de uno o varios sistemas informáticos acoplados a una red de comunicaciones. Por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente, un sistema informático que determina la capacidad de alimentación disponible puede estar ubicado remotamente respecto de un administrador del sistema. Estos sistemas informáticos pueden ser asimismo sistemas informáticos de propósito general. Por ejemplo, diversos aspectos de la invención pueden estar distribuidos entre uno o varios sistemas informáticos configurados para proporcionar un servicio (por ejemplo, servidores) a uno o varios ordenadores cliente, o para llevar a cabo una tarea global como parte de un sistema distribuido. Por ejemplo, diversos aspectos de la invención pueden llevarse a cabo en un sistema cliente-servidor o de múltiples capas, que incluye componentes distribuidos entre uno o varios sistemas servidores que llevan a cabo diversas funciones acordes con varias realizaciones de la invención. Estos componentes pueden ser código ejecutable, intermedio (por ejemplo, IL) o interpretado (por ejemplo, Java) que comunica sobre una red de comunicación (por ejemplo, Internet) utilizando protocolo de comunicación (por ejemplo, TCP/IP). Por ejemplo, pueden utilizarse uno o varios servidores de bases de datos para almacenar datos de dispositivos, tal como consumo de energía esperado, que se utilizan en el diseño de distribuciones asociado con realizaciones de la presente invención.

Debe apreciarse que la invención no se limita a su ejecución en ningún sistema o grupo de sistemas particular. Asimismo, debe apreciarse que la invención no se limita a ninguna arquitectura distribuida, red o protocolo de comunicación particulares.

Diversas realizaciones de la presente invención pueden programarse utilizando un lenguaje de programación orientado a objetos, tal como SmallTalk, Java, C++, Ada, o C# (C-Sharp). Pueden utilizarse asimismo otros lenguajes de programación orientada a objetos. Alternativamente, pueden utilizarse lenguajes de programación funcional, de automatización y/o lógica. Diversos aspectos de la invención pueden implementarse en un entorno no programado (por ejemplo, documentos creados en HTML, XML u otro formato que, cuando se visualiza una ventana de un programa navegador, proporciona aspectos de una interfaz gráfica de usuario (GUI, graphical-user interface) o lleva a cabo otras funciones). Diversos aspectos de la invención pueden implementarse como elementos programados o no programados, o como una combinación de los mismos.

Las realizaciones de sistemas y métodos descritos anteriormente se describen, de forma general, para su utilización en grandes centros de datos que tienen numerosos bastidores de equipamiento, si bien las realizaciones de la invención pueden utilizarse asimismo con centros de datos menores y con instalaciones diferentes a centros de datos.

En las realizaciones de la presente invención descritas anteriormente, los resultados de análisis se describen proporcionándose en tiempo real. Tal como comprenderán los expertos en la materia, la utilización del término 'en tiempo real' no pretende sugerir que los resultados están disponibles inmediatamente sino que por el contrario, están disponibles rápidamente proporcionando a un diseñador la capacidad de probar una serie de diseños diferentes en un corto periodo de tiempo, tal como del orden de minutos.

Habiéndose descrito de este modo diversos aspectos de por lo menos una realización de esta invención, debe apreciarse que se ocurrirán fácilmente diversas alteraciones, modificaciones y mejoras a los expertos en la materia, estando definido el alcance de la invención solamente mediante las reivindicaciones adjuntas. Por consiguiente, la descripción y los dibujos anteriores son solamente a modo de ejemplo.

REIVINDICACIONES

1. Método de administración de la alimentación de un centro de datos, que comprende:

medir un consumo de energía por fase de una fuente de alimentación mediante un bastidor (108, 1406) del centro de datos;
calcular un consumo de energía promedio por fase de la fuente de alimentación mediante el bastidor (108, 1406) del centro de datos; y
calcular la capacidad de energía por fase de la fuente de alimentación disponible para el bastidor (108, 1406) del centro de datos utilizando el consumo de energía promedio y un consumo de energía esperado del bastidor (108, 1406) del centro de datos.

2. Método según la reivindicación 1, en el que el consumo de energía promedio es un consumo de energía promedio de pico.

3. Método según la reivindicación 1, en el que la fuente de alimentación es una unidad (1408) de distribución de alimentación o una fuente de alimentación continua (1404).

4. Método según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente:

proporcionar la capacidad de alimentación de una fase de la fuente de alimentación al bastidor (108, 1406) del centro de datos.

5. Método según la reivindicación 2, en el que calcular la capacidad de alimentación por fase de la fuente de alimentación se basa en el consumo de energía promedio de pico y en el consumo de energía esperado del bastidor (108, 1406) del centro de datos.

6. Método según la reivindicación 2, en el que el consumo de energía promedio de pico es un promedio móvil.

7. Método según la reivindicación 1, que comprende:

determinar el consumo de energía esperado utilizando información nominal para el equipamiento del centro de datos.

8. Método según la reivindicación 1 en el que el consumo de energía esperado incluye información nominal corregida.

9. Método según la reivindicación 1, que comprende:

visualizar una distribución de un centro de datos (100) que incluye el bastidor (108, 1406) del centro de datos;
recibir información de identificación para por lo menos un elemento de equipamiento del centro de datos a situar en el centro de datos (100); y
evaluar la capacidad de alimentación por fase de la fuente de alimentación para identificar una posición del centro de datos (100) para dicho por lo menos un elemento de equipamiento del centro de datos.

10. Método según la reivindicación 9, en el que la información de identificación para dicho por lo menos un elemento incluye consumo de energía, información nominal, redundancia de infraestructuras o información etiquetada.

11. Método según la reivindicación 9, que comprende:

identificar la posición de dicho por lo menos un elemento de equipamiento del centro de datos utilizando por lo menos uno de capacidad de refrigeración, disponibilidad de espacio físico, soporte de peso, capacidad de control de equipamiento remoto, seguridad física y lógica, conectividad de red física y lógica, consumo de energía, información nominal, redundancia de infraestructuras o información etiquetada de dicho por lo menos un elemento de equipamiento del centro de datos.

12. Medio legible por ordenador que tiene almacenadas en el mismo secuencias de instrucción que incluyen instrucciones que provocarán que un procesador:

mida un consumo de energía por fase de una fuente de alimentación mediante un bastidor (108, 1406) del centro de datos;
calcule en un consumo de energía promedio de pico por fase de una fuente de alimentación mediante el bastidor (108, 1406) del centro de datos; y
calcule la capacidad de alimentación disponible por fase de la fuente de alimentación utilizando el consumo de energía promedio de pico y el consumo de energía esperado del bastidor del centro de datos.

13. Medio legible por ordenador según la reivindicación 12, que incluye además instrucciones que provocarán que el procesador:

proporcione, a un usuario de un sistema informático, una representación interactiva de una distribución de un centro de datos (100) que incluye el bastidor (108, 1406) del centro de datos;
reciba, del usuario, información de identificación para por lo menos un elemento de equipamiento del centro de datos a situar en el centro de datos (100); y
evalúe capacidad de alimentación disponible por fase de la fuente de alimentación para identificar una posición para dicho por lo menos un elemento de equipamiento del centro de datos.

14. Sistema para administrar equipamiento de centro de datos, comprendiendo el sistema:

una memoria (1204) configurada para almacenar datos de consumo de energía correspondientes a equipamiento del centro de datos;
un medidor (1006) de energía configurado para medir un consumo de energía por fase de una fuente de alimentación; y
una interfaz de usuario configurada para proporcionar una distribución de un centro de datos (100), y para recibir información de identificación para por lo menos un elemento de equipamiento del centro de datos a situar en el centro de datos (100); y
un procesador acoplado a la memoria y configurado para calcular un consumo de energía promedio de pico por fase de la fuente de alimentación, para calcular la capacidad de alimentación disponible por fase de la fuente de alimentación utilizando datos del consumo de energía promedio y del consumo de energía esperado correspondientes al equipamiento del centro de datos acoplado a la fuente de alimentación, y para calcular una posición óptima en el centro de datos (100) de dicho por lo menos un elemento de equipamiento del centro de datos utilizando la capacidad de alimentación disponible de una fase.

15. Sistema según la reivindicación 14, en el que la interfaz de usuario está situada en por lo menos un elemento de equipamiento del centro de datos o en un dispositivo portátil.

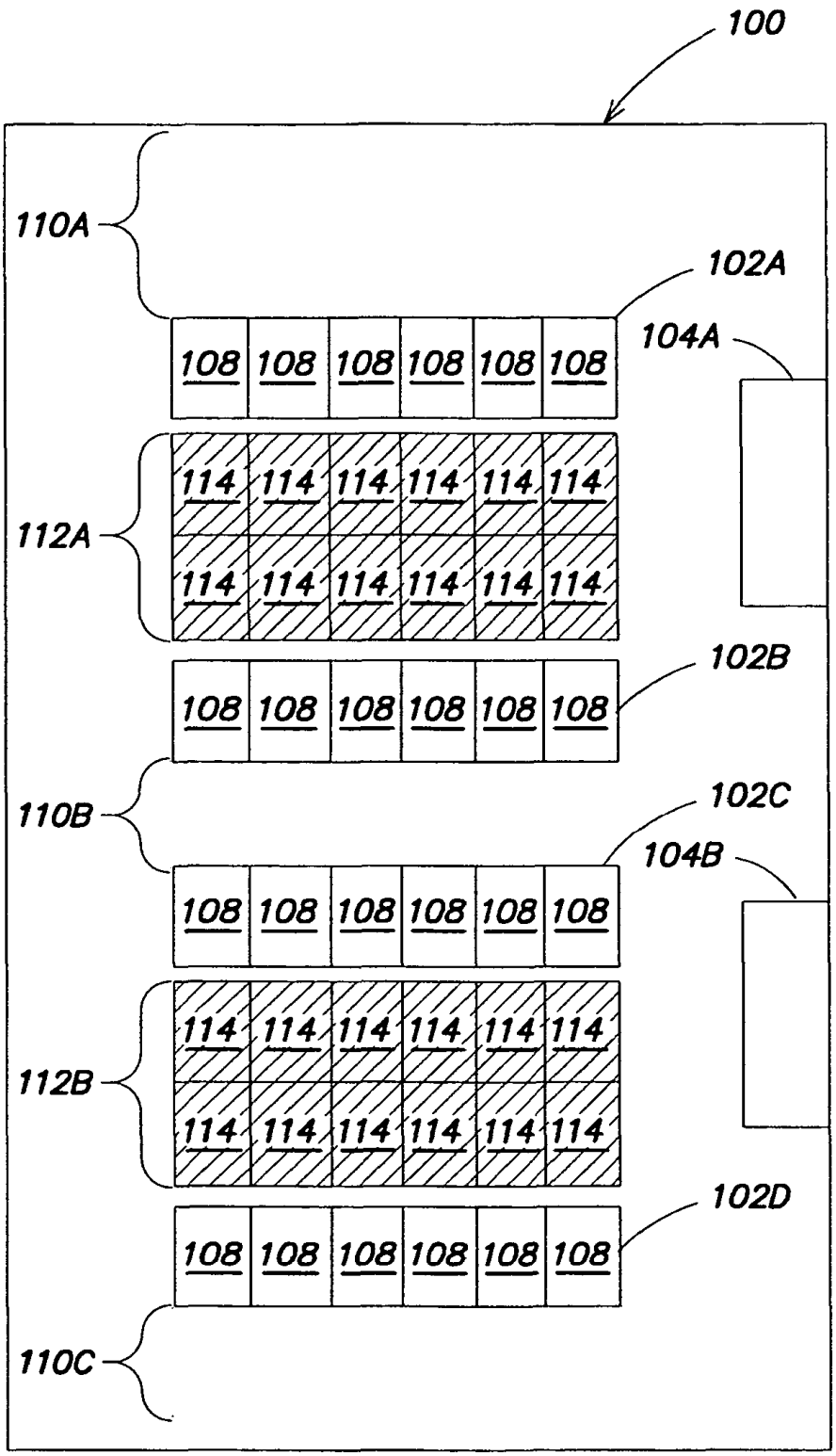
100
110A
102A
104A
108
112A
114
102B
110B
102C
104B
112B
102D
110C

FIG. 1

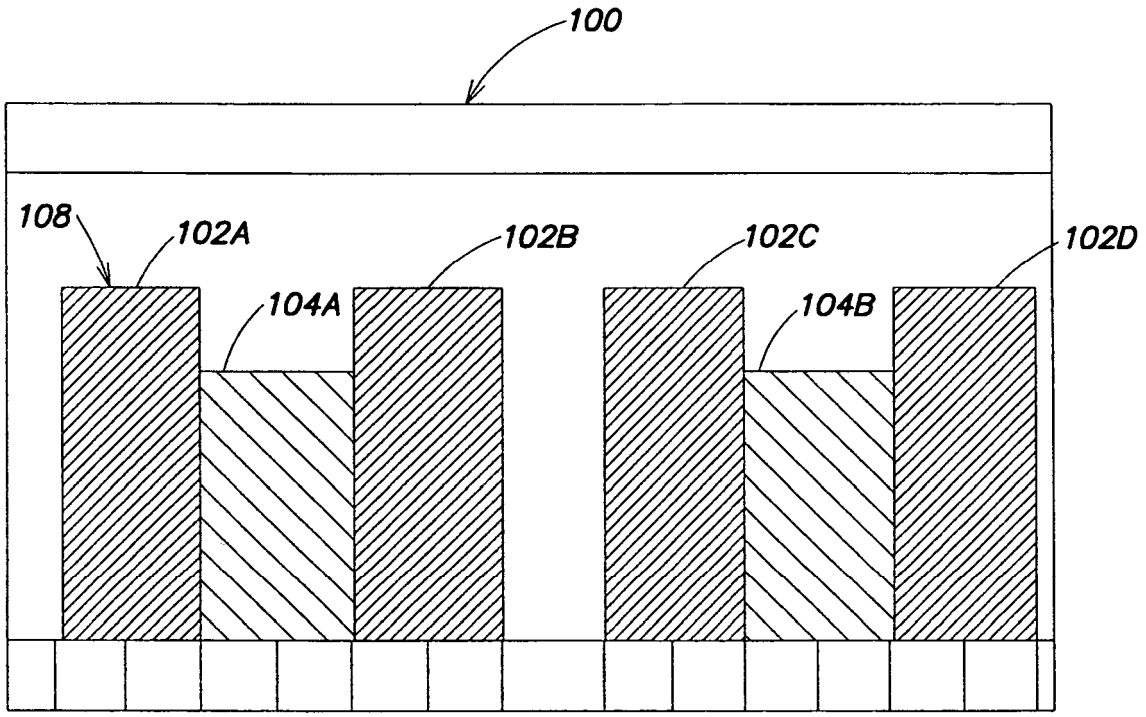

FIG. 2

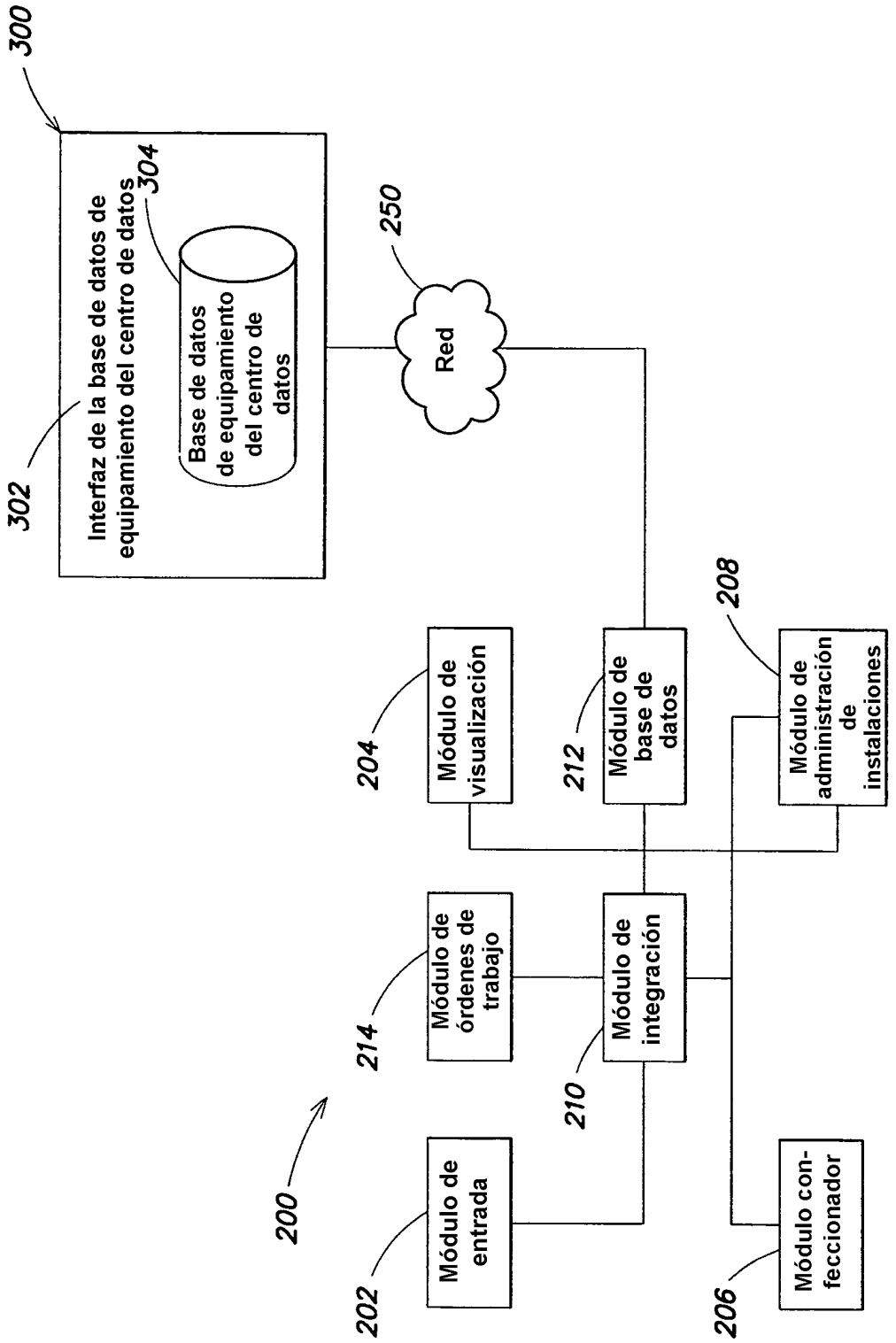
300
Interfaz de la base de datos de equipamiento del centro de datos
302
304
Base de datos de equipamiento del centro de datos
250
Red
200
Módulo de entrada
202
Módulo de visualización
204
Módulo de órdenes de trabajo
214
Módulo de integración
210
Módulo de base de datos
212
Módulo de administración de instalaciones
208
Módulo con-feccionador
206

FIG. 3

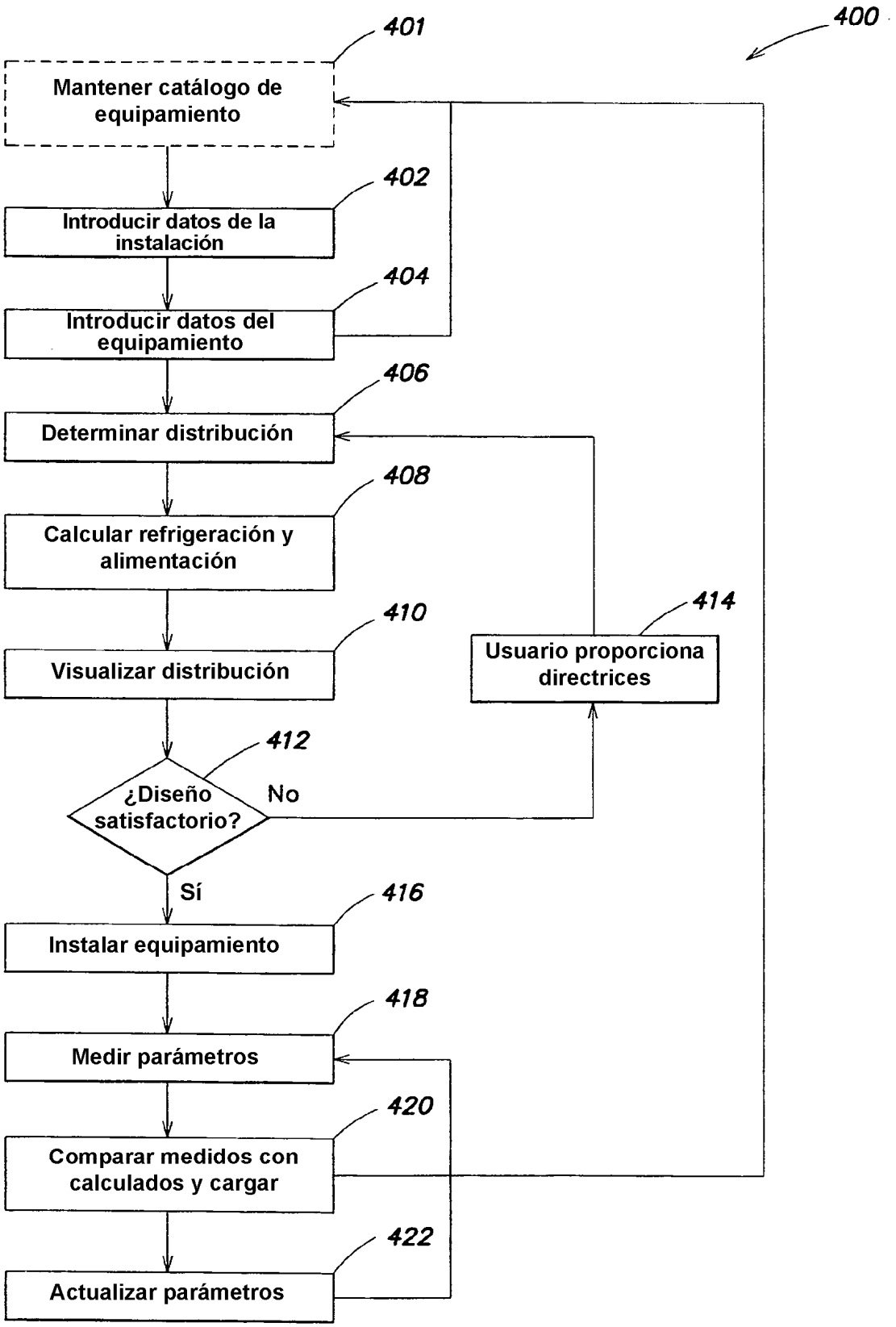
400
401
Mantener catálogo de equipamiento
402
Introducir datos de la instalación
404
Introducir datos del equipamiento
406
Determinar distribución
408
Calcular refrigeración y alimentación
410
Visualizar distribución
414
Usuario proporciona directrices
412
¿Diseño satisfactorio?
No
Sí
416
Instalar equipamiento
418
Medir parámetros
420
Comparar medidos con calculados y cargar
422
Actualizar parámetros

FIG. 4

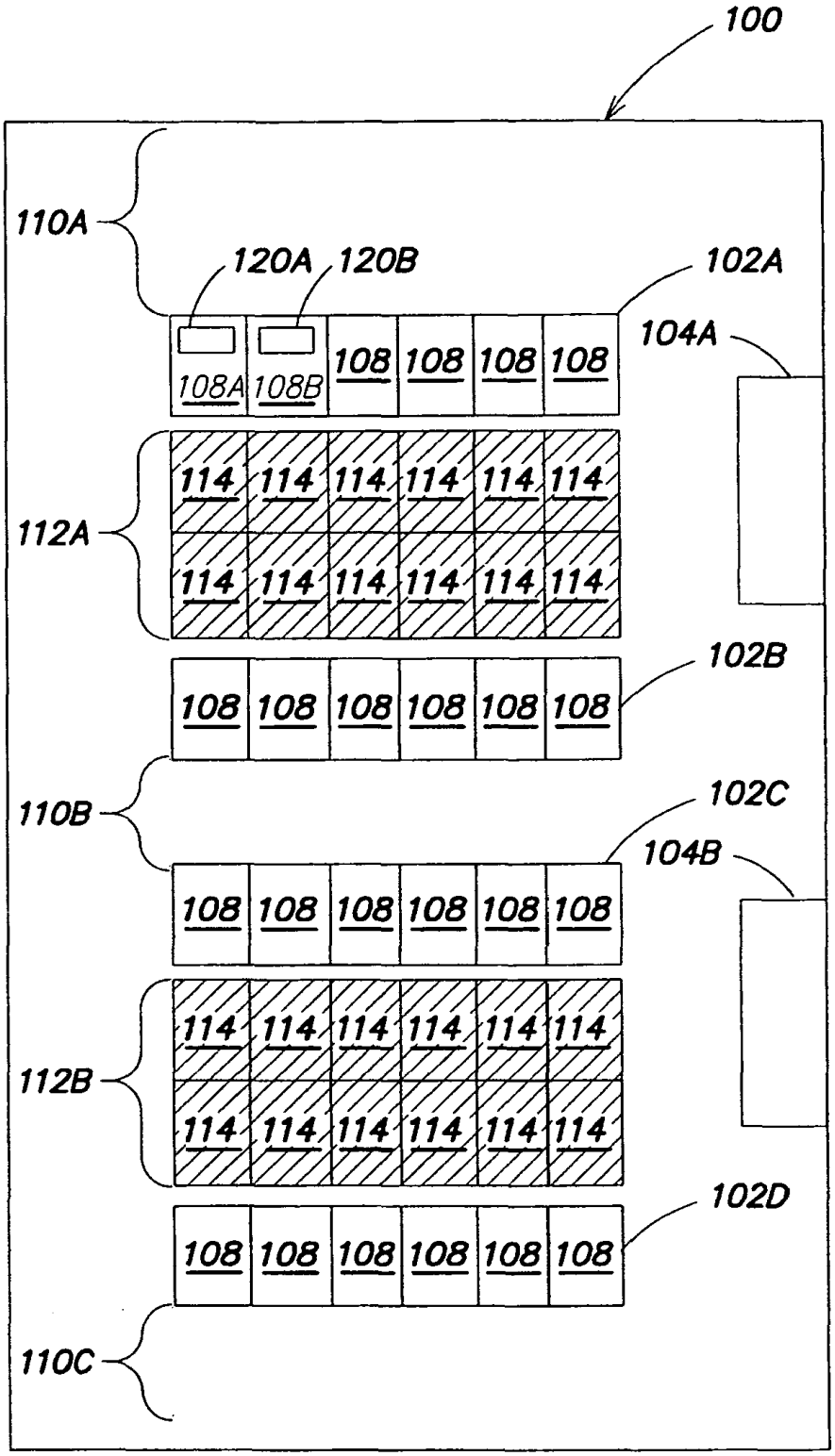
100
110A
120A
120B
102A
104A
108A
108B
108
112A
114
102B
110B
102C
104B
112B
102D
110C

FIG. 5

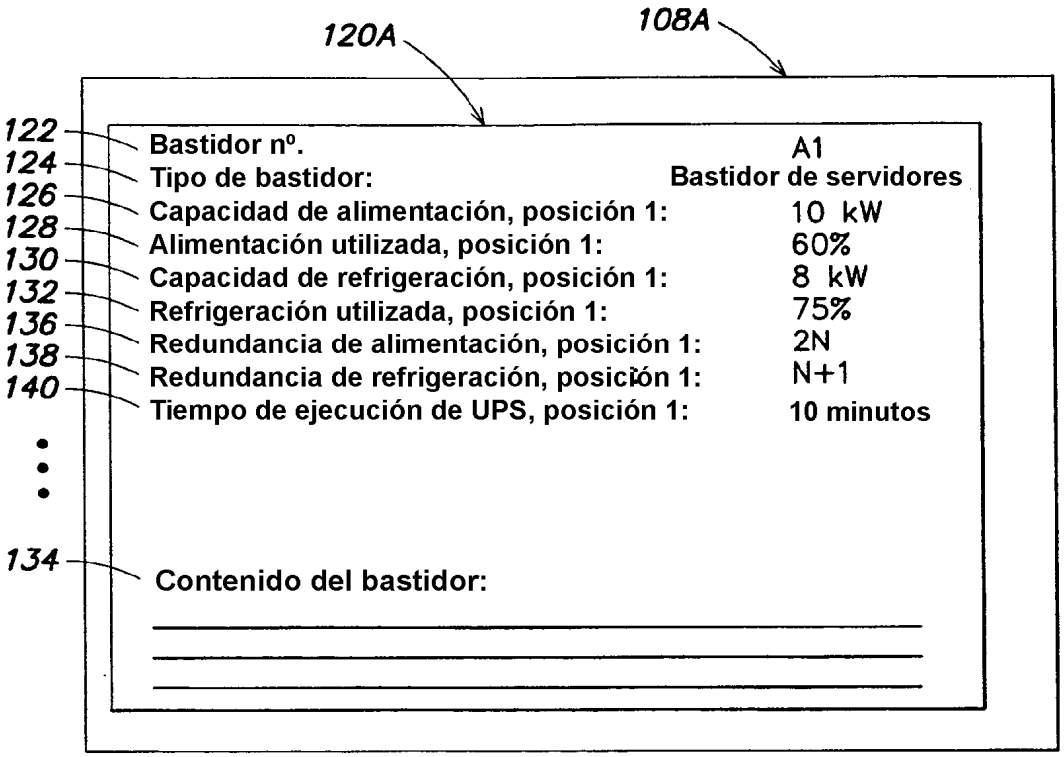
120A
108A
122
124
126
128
130
132
136
138
140
134
Bastidor nº. A1
Tipo de bastidor: Bastidor de servidores
Capacidad de alimentación, posición 1: 10 kW
Alimentación utilizada, posición 1: 60%
Capacidad de refrigeración, posición 1: 8 kW
Refrigeración utilizada, posición 1: 75%
Redundancia de alimentación, posición 1: 2N
Redundancia de refrigeración, posición 1: N+1
Tiempo de ejecución de UPS, posición 1: 10 minutos
Contenido del bastidor:

FIG. 6A

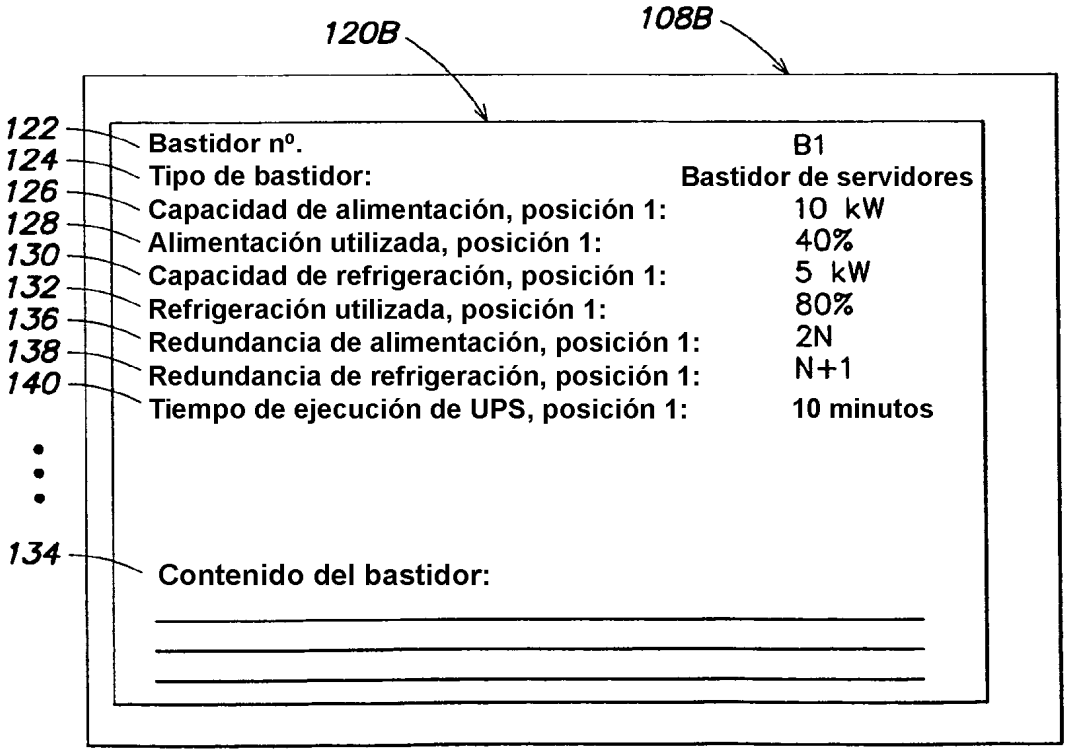
120B
108B
122
124
126
128
130
132
136
138
140
134
Bastidor nº. B1
Tipo de bastidor: Bastidor de servidores
Capacidad de alimentación, posición 1: 10 kW
Alimentación utilizada, posición 1: 40%
Capacidad de refrigeración, posición 1: 5 kW
Refrigeración utilizada, posición 1: 80%
Redundancia de alimentación, posición 1: 2N
Redundancia de refrigeración, posición 1: N+1
Tiempo de ejecución de UPS, posición 1: 10 minutos
Contenido del bastidor:

FIG. 6B

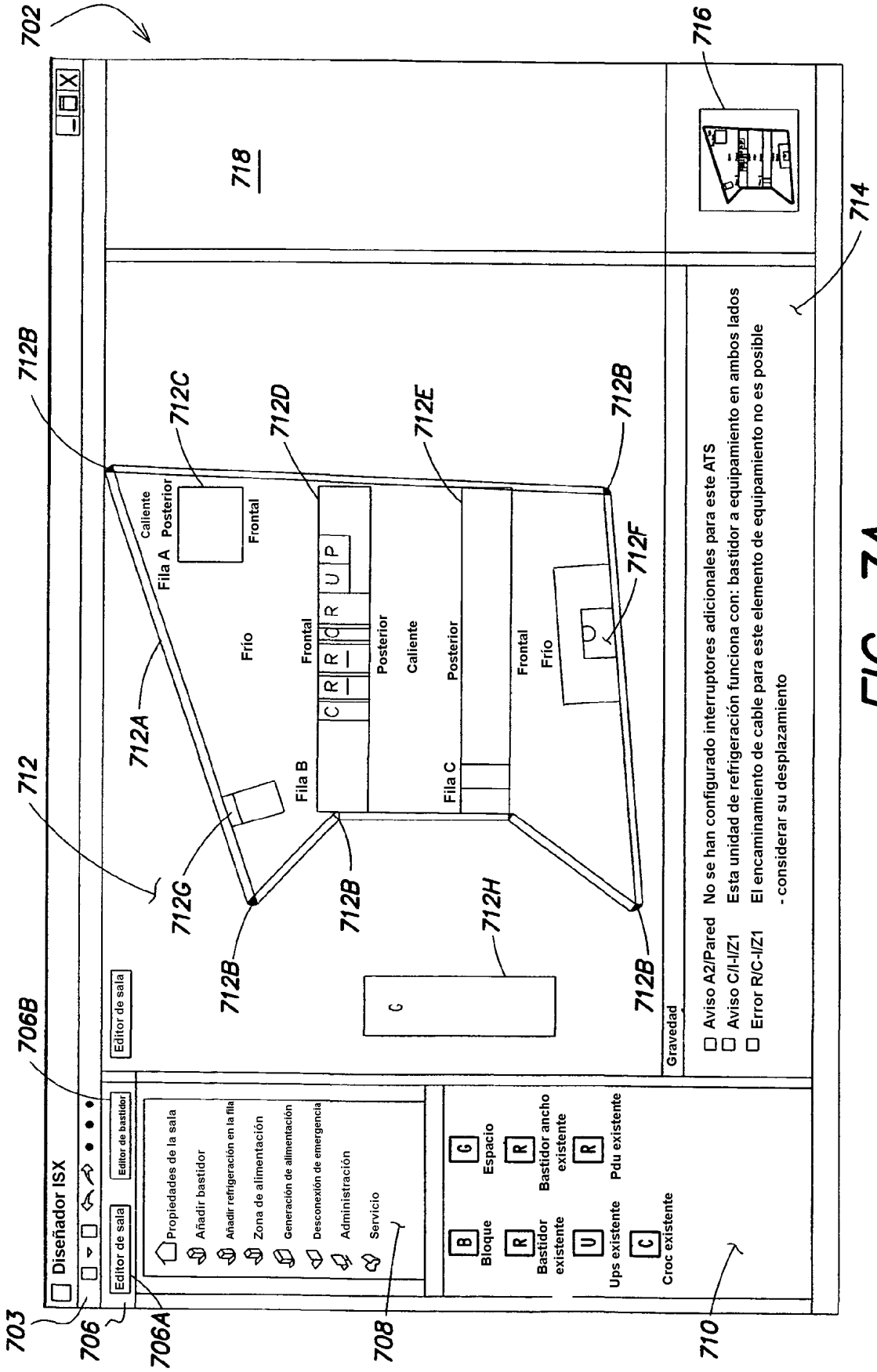
702
703
706
706A
706B
712
712A
712B
712C
712D
712E
712F
712G
712H
708
710
714
716
718
Diseñador ISX
Editor de sala
Editor de bastidor
Propiedades de la sala
Añadir bastidor
Añadir refrigeración en la fila
Zona de alimentación
Generación de alimentación
Desconexión de emergencia
Administración
Servicio
Bloque
Espacio
Bastidor existente
Bastidor ancho existente
Ups existente
Pdu existente
Croc existente
Fila A
Fila B
Fila C
Caliente
Frío
Frontal
Posterior
Gravedad
Aviso A2/Pared No se han configurado interruptores adicionales para este ATS
Aviso C/I-I/Z1 Esta unidad de refrigeración funciona con: bastidor a equipamiento en ambos lados
Error R/C-I/Z1 El encaminamiento de cable para este elemento de equipamiento no es posible
- considerar su desplazamiento

FIG. 7A

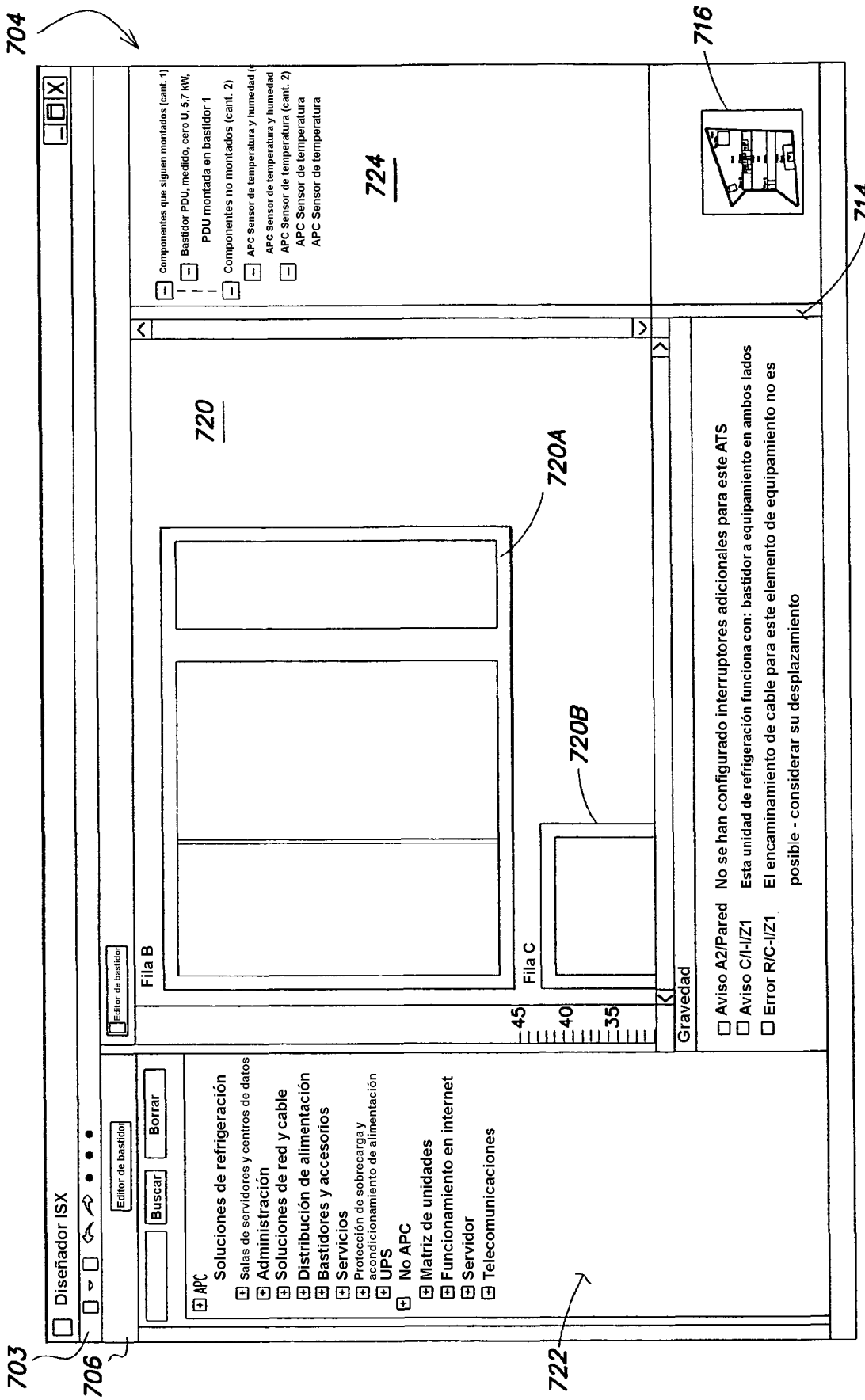
704
716
714
724
720
720A
720B
722
703
706
Diseñador ISX
Editor de bastidor
Componentes que siguen montados (cant. 1)
Bastidor PDU, medido, cero U, 5,7 kW, PDU montada en bastidor 1
Componentes no montados (cant. 2)
APC Sensor de temperatura y humedad (c
APC Sensor de temperatura y humedad
APC Sensor de temperatura (cant. 2)
APC Sensor de temperatura
APC Sensor de temperatura
Fila B
Fila C
45
40
35
Gravedad
Aviso A2/Pared No se han configurado interruptores adicionales para este ATS
Aviso C/I-I/Z1 Esta unidad de refrigeración funciona con: bastidor a equipamiento en ambos lados
Error R/C-I/Z1 El encaminamiento de cable para este elemento de equipamiento no es posible - considerar su desplazamiento
Buscar
Borrar
APC
Soluciones de refrigeración
Salas de servidores y centros de datos
Administración
Soluciones de red y cable
Distribución de alimentación
Bastidores y accesorios
Servicios
Protección de sobrecarga y acondicionamiento de alimentación
UPS
No APC
Matriz de unidades
Funcionamiento en internet
Servidor
Telecomunicaciones

FIG. 7B

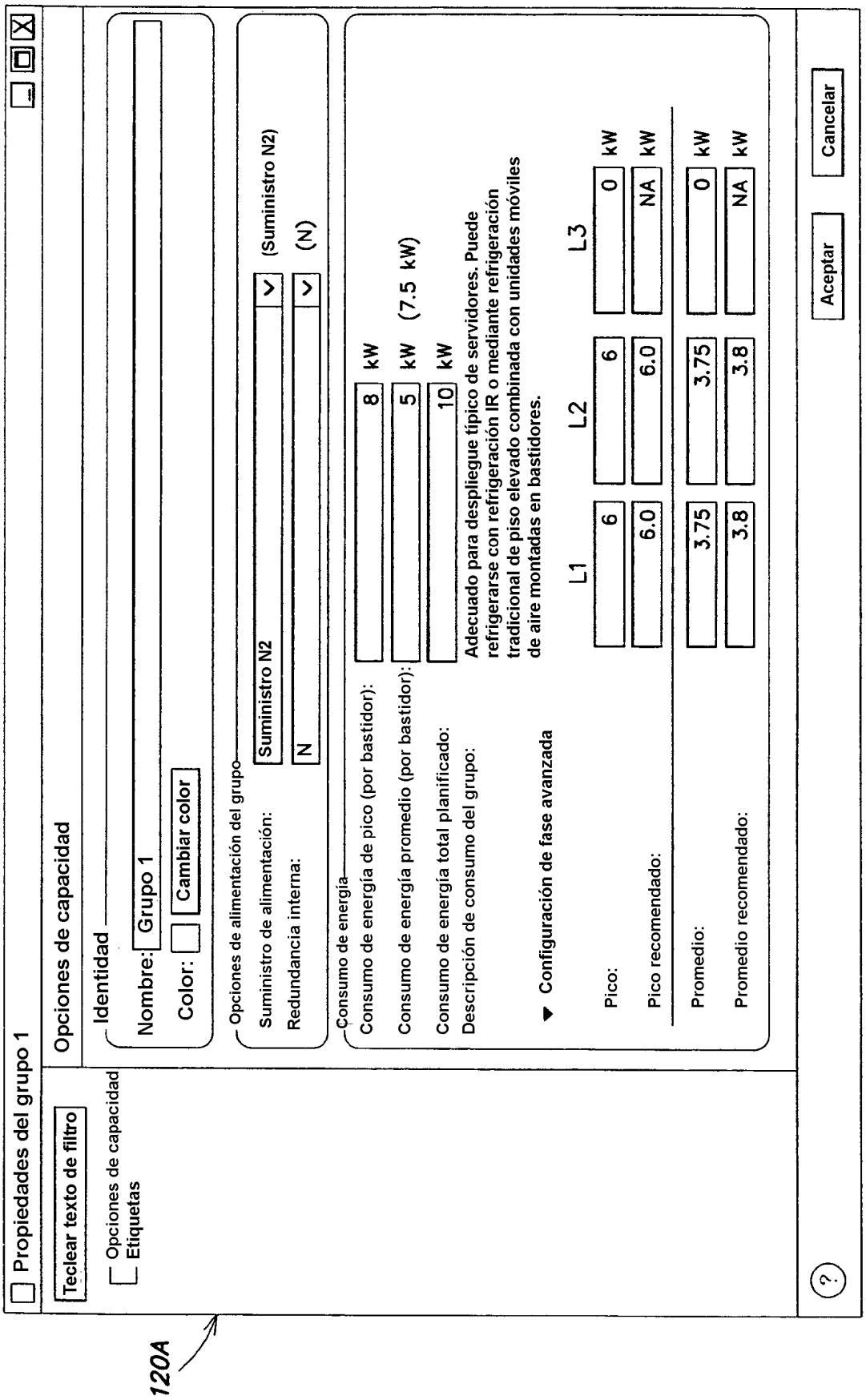
Propiedades del grupo 1
Teclear texto de filtro
Opciones de capacidad
Etiquetas
Opciones de capacidad
Identidad
Nombre:
Grupo 1
Color:
Cambiar color
Opciones de alimentación del grupo
Suministro de alimentación:
Suministro N2
(Suministro N2)
Redundancia interna:
N
(N)
Consumo de energía
Consumo de energía de pico (por bastidor):
8
kW
Consumo de energía promedio (por bastidor):
5
kW
(7.5 kW)
Consumo de energía total planificado:
10
kW
Descripción de consumo del grupo:
Adecuado para despliegue típico de servidores. Puede refrigerarse con refrigeración IR o mediante refrigeración tradicional de piso elevado combinada con unidades móviles de aire montadas en bastidores.
Configuración de fase avanzada
L1
L2
L3
Pico:
6
6
0
kW
Pico recomendado:
6.0
6.0
NA
kW
Promedio:
3.75
3.75
0
kW
Promedio recomendado:
3.8
3.8
NA
kW
Aceptar
Cancelar
?
120A

FIG. 8

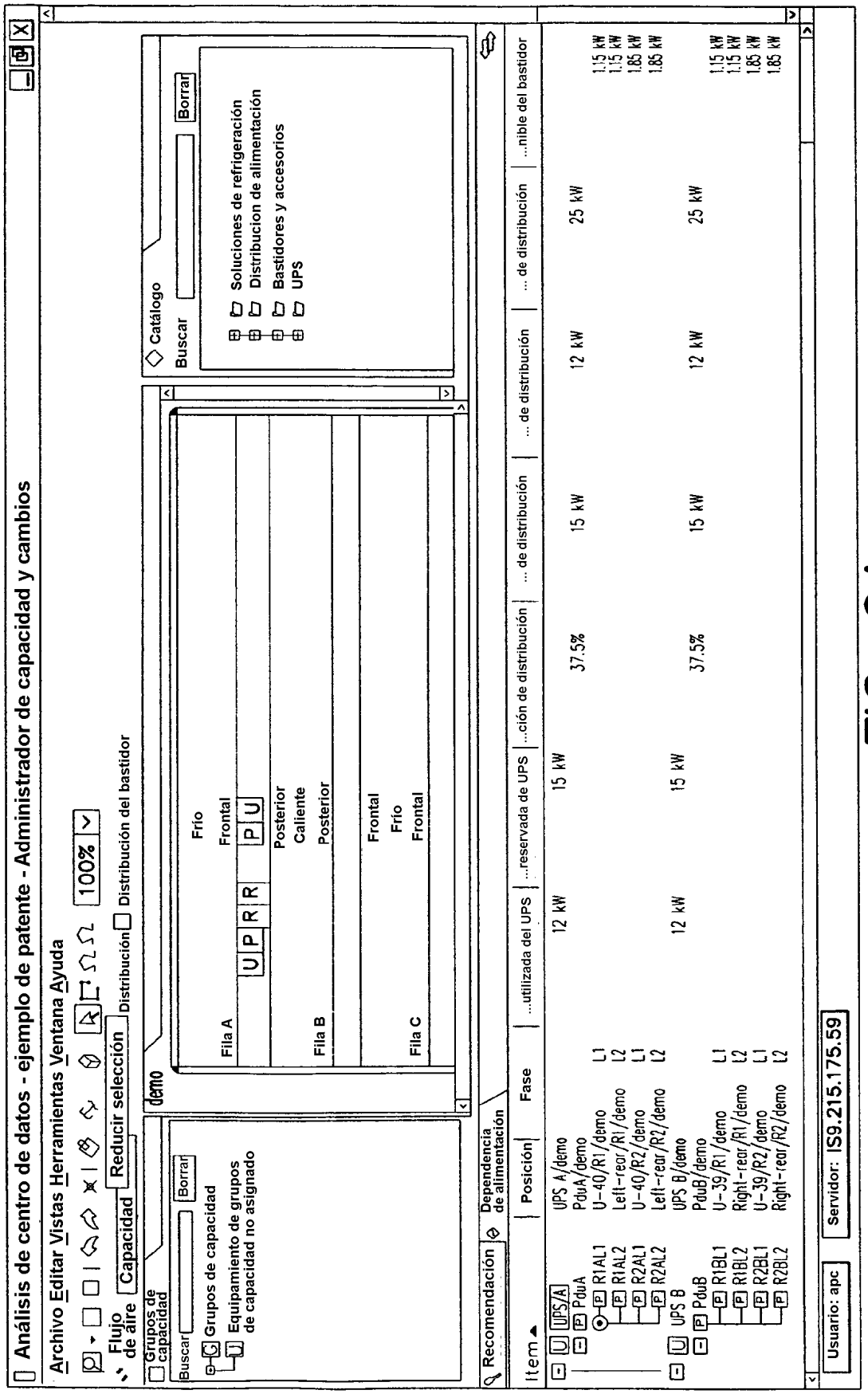
Análisis de centro de datos - ejemplo de patente - Administrador de capacidad y cambios
Archivo Editar Vistas Herramientas Ventana Ayuda
Flujo de aire
Capacidad
Reducir selección
Distribución
Distribución del bastidor
100%
Grupos de capacidad
Buscar
Borrar
Grupos de capacidad
Equipamiento de grupos de capacidad no asignado
demo
Fila A
Fila B
Fila C
U P R R P U
Frío
Frontal
Posterior
Caliente
Posterior
Frontal
Frío
Frontal
Catálogo
Buscar
Borrar
Soluciones de refrigeración
Distribucion de alimentación
Bastidores y accesorios
UPS
Recomendación
Dependencia de alimentación
Ítem
Posición
Fase
...utilizada del UPS
...reservada de UPS
...ción de distribución
... de distribución
... de distribución
... de distribución
...nible del bastidor
UPS A
PduA
R1AL1
R1AL2
R2AL1
R2AL2
UPS B
PduB
R1BL1
R1BL2
R2BL1
R2BL2
UPS A/demo
PduA/demo
U-40/R1/demo
Left-rear/R1/demo
U-40/R2/demo
Left-rear/R2/demo
UPS B/demo
PduB/demo
U-39/R1/demo
Right-rear/R1/demo
U-39/R2/demo
Right-rear/R2/demo
L1
L2
12 kW
15 kW
37.5%
25 kW
1.15 kW
1.85 kW
Usuario: apc
Servidor: IS9.215.175.59

FIG. 9A

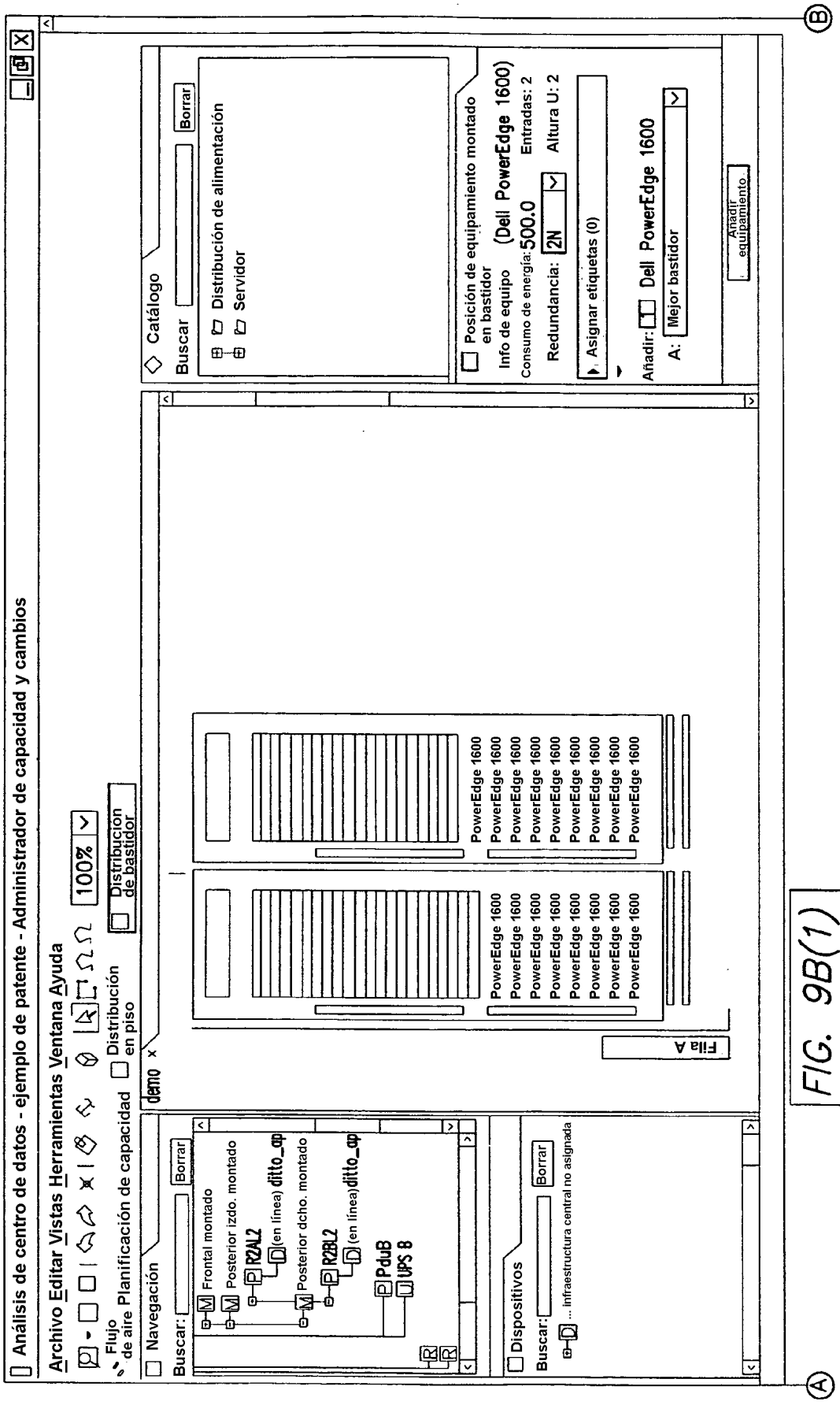

FIG. 9B(1)

FIG. 9B(1)
FIG. 9B(2)

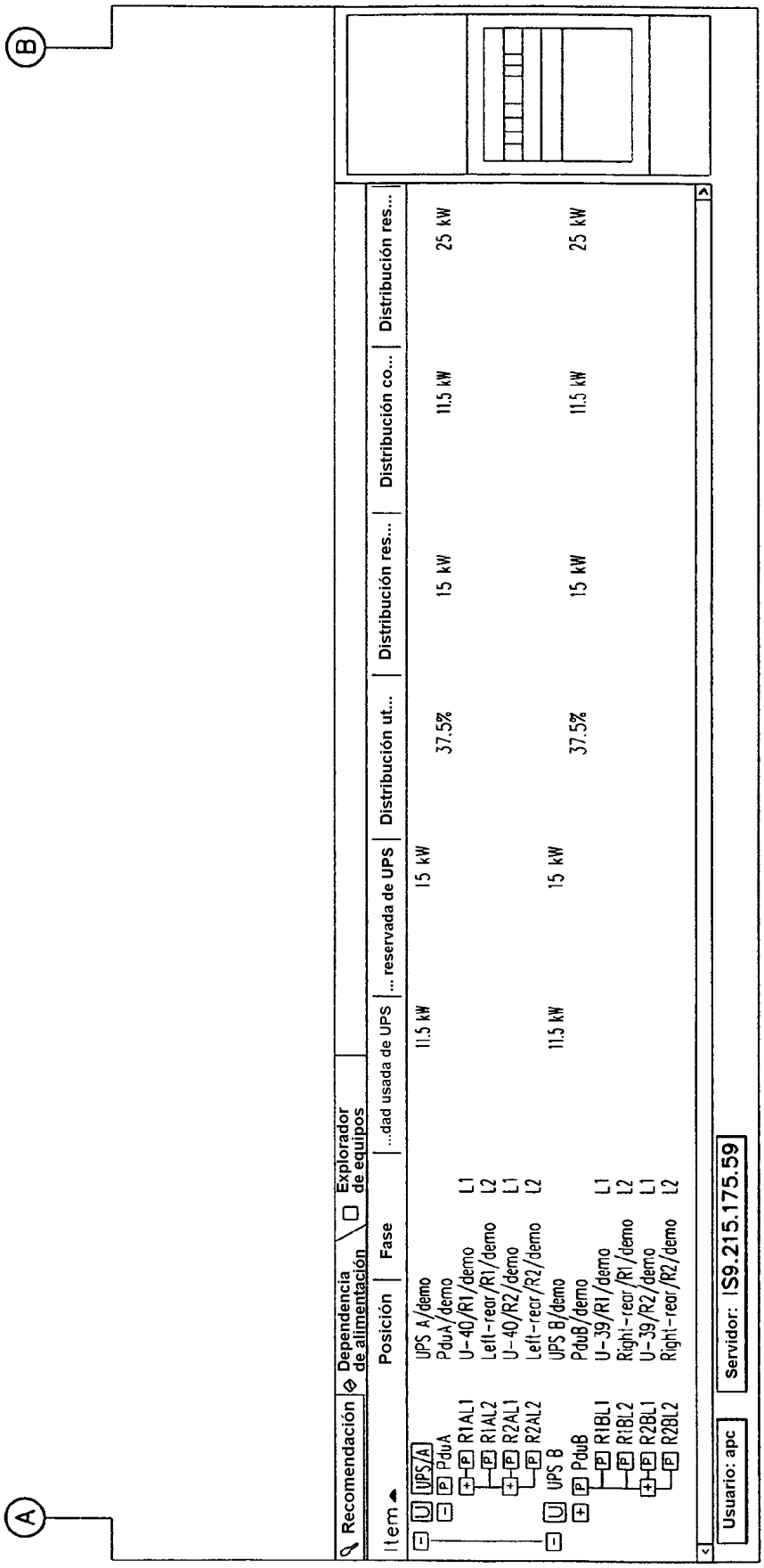
A
B
Recomendación
Dependencia de alimentación
Explorador de equipos
Item
Posición
Fase
...dad usada de UPS
... reservada de UPS
Distribución ut...
Distribución res...
Distribución co...
Distribución res...
UPS/A
PduA
R1AL1
R1AL2
R2AL1
R2AL2
UPS B
PduB
R1BL1
R1BL2
R2BL1
R2BL2
UPS A/demo
PduA/demo
U-40/R1/demo
Left-rear/R1/demo
U-40/R2/demo
Left-rear/R2/demo
UPS B/demo
PduB/demo
U-39/R1/demo
Right-rear/R1/demo
U-39/R2/demo
Right-rear/R2/demo
L1
L2
L1
L2
L1
L2
L1
L2
L1
L2
11.5 kW
15 kW
37.5%
15 kW
11.5 kW
25 kW
11.5 kW
15 kW
37.5%
15 kW
11.5 kW
25 kW
Usuario: apc
Servidor: IS9.215.175.59

FIG. 9B(2)

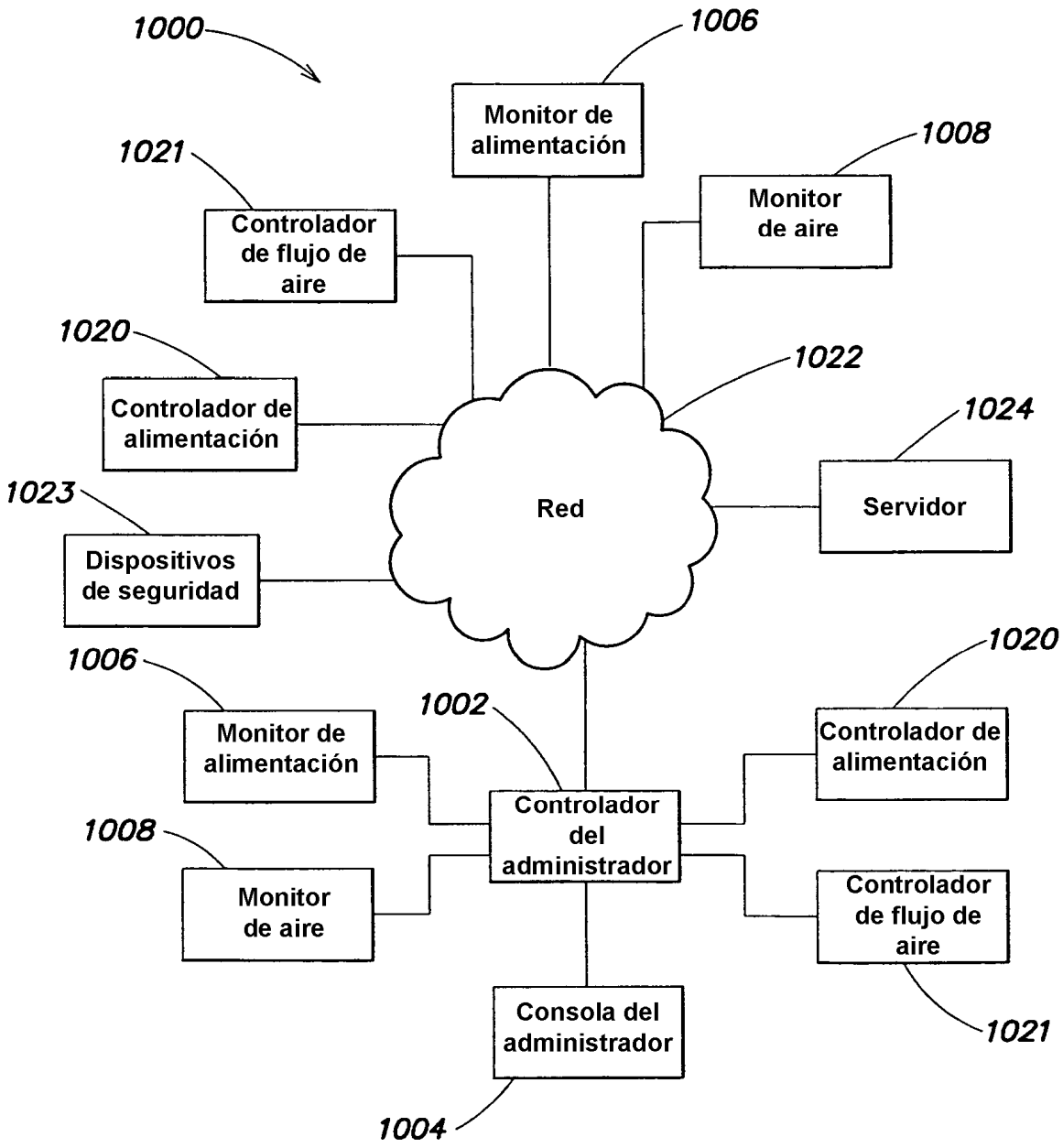
1000
1006
Monitor de alimentación
1008
Monitor de aire
1021
Controlador de flujo de aire
1020
Controlador de alimentación
1022
1024
Servidor
Red
1023
Dispositivos de seguridad
1006
Monitor de alimentación
1002
Controlador del administrador
1020
Controlador de alimentación
1008
Monitor de aire
Controlador de flujo de aire
1021
Consola del administrador
1004

FIG. 10

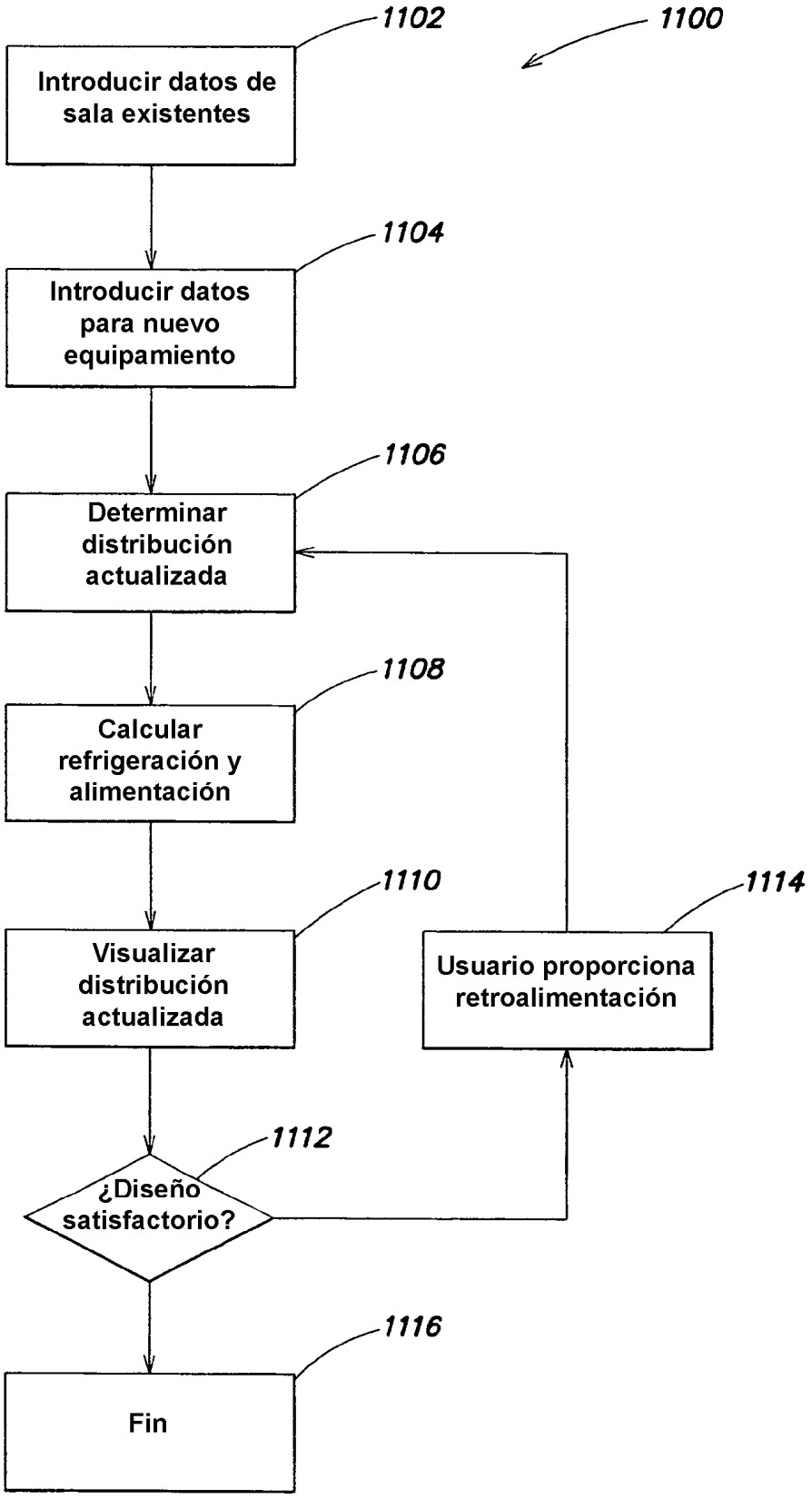
1100
1102
Introducir datos de sala existentes
1104
Introducir datos para nuevo equipamiento
1106
Determinar distribución actualizada
1108
Calcular refrigeración y alimentación
1110
Visualizar distribución actualizada
1114
Usuario proporciona retroalimentación
1112
¿Diseño satisfactorio?
1116
Fin

FIG. 11

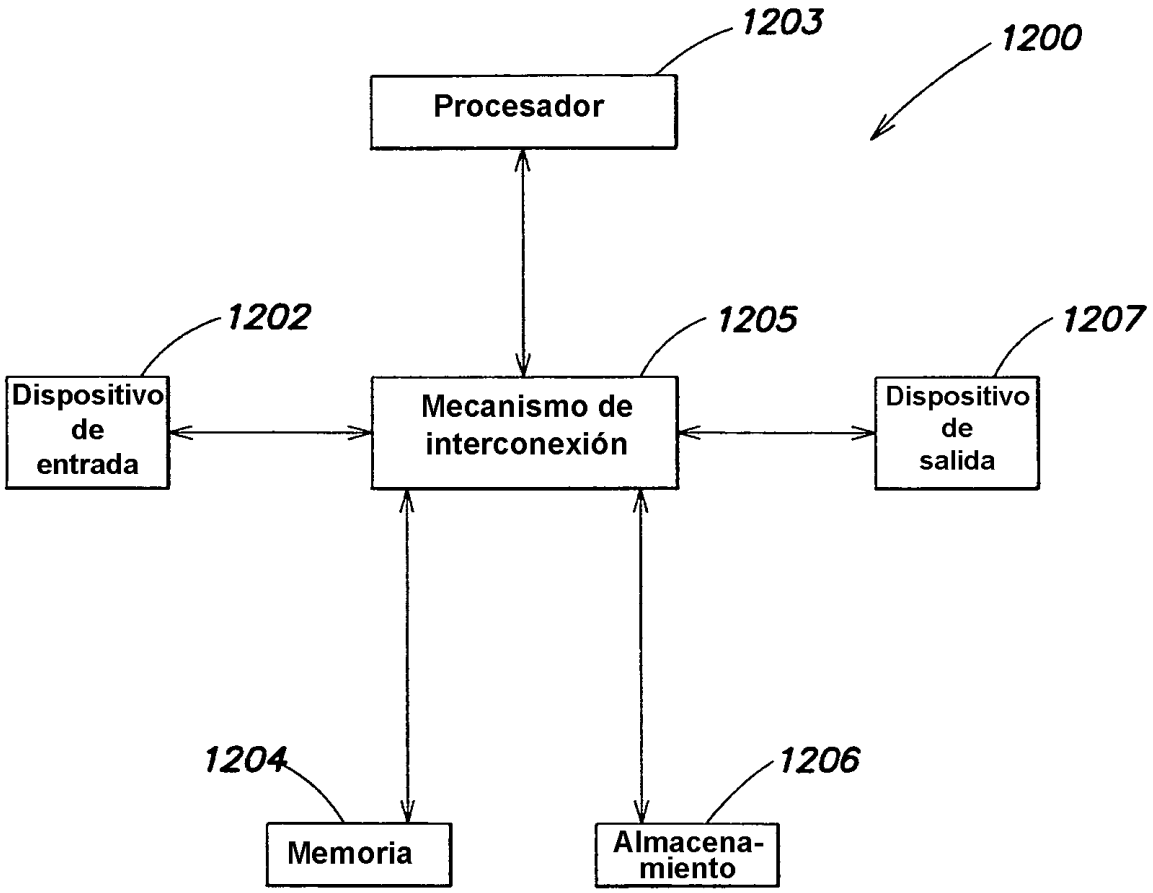
1203
1200
Procesador
1202
1205
1207
Dispositivo de entrada
Mecanismo de interconexión
Dispositivo de salida
1204
1206
Memoria
Almacena-miento

FIG. 12

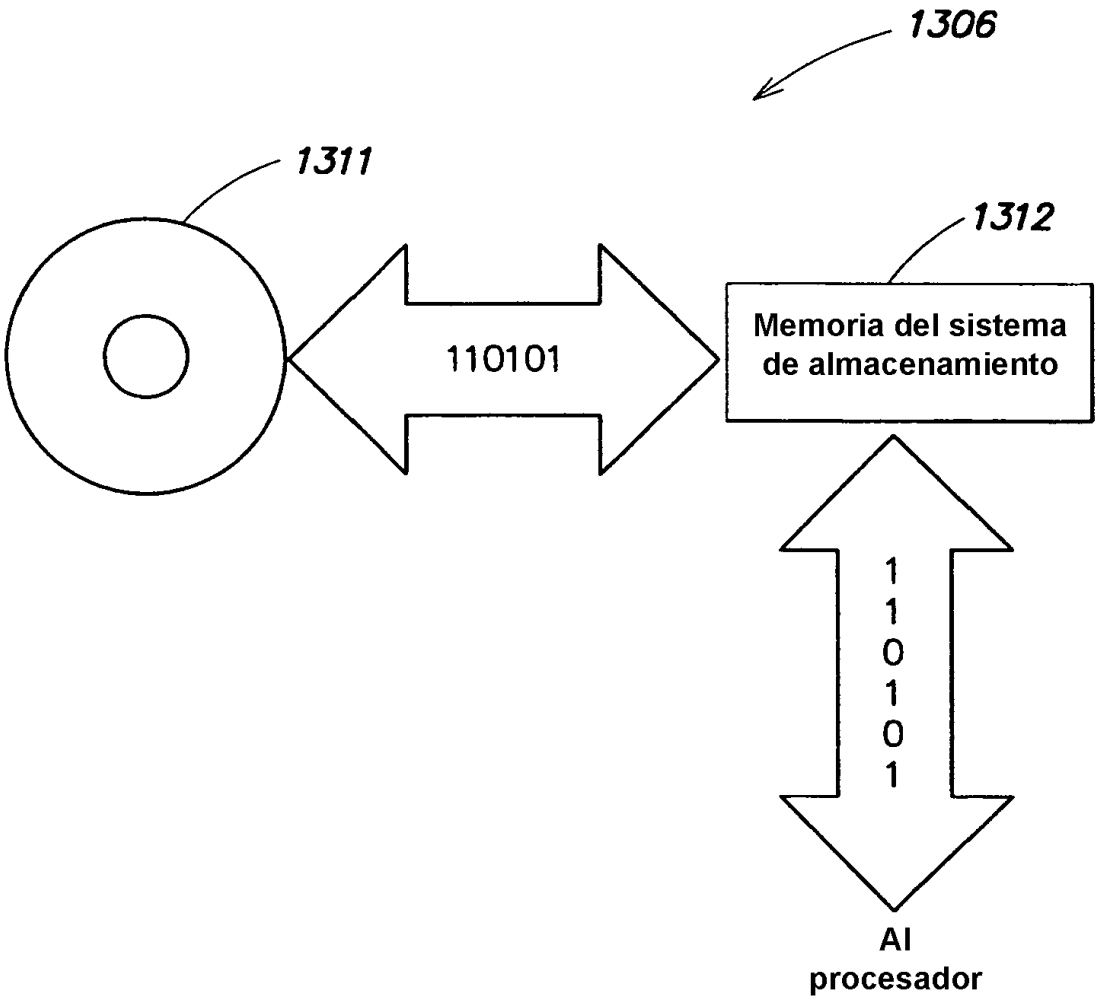
1306
1311
1312
110101
Memoria del sistema de almacenamiento
1
1
0
1
0
1
AI procesador

FIG. 13

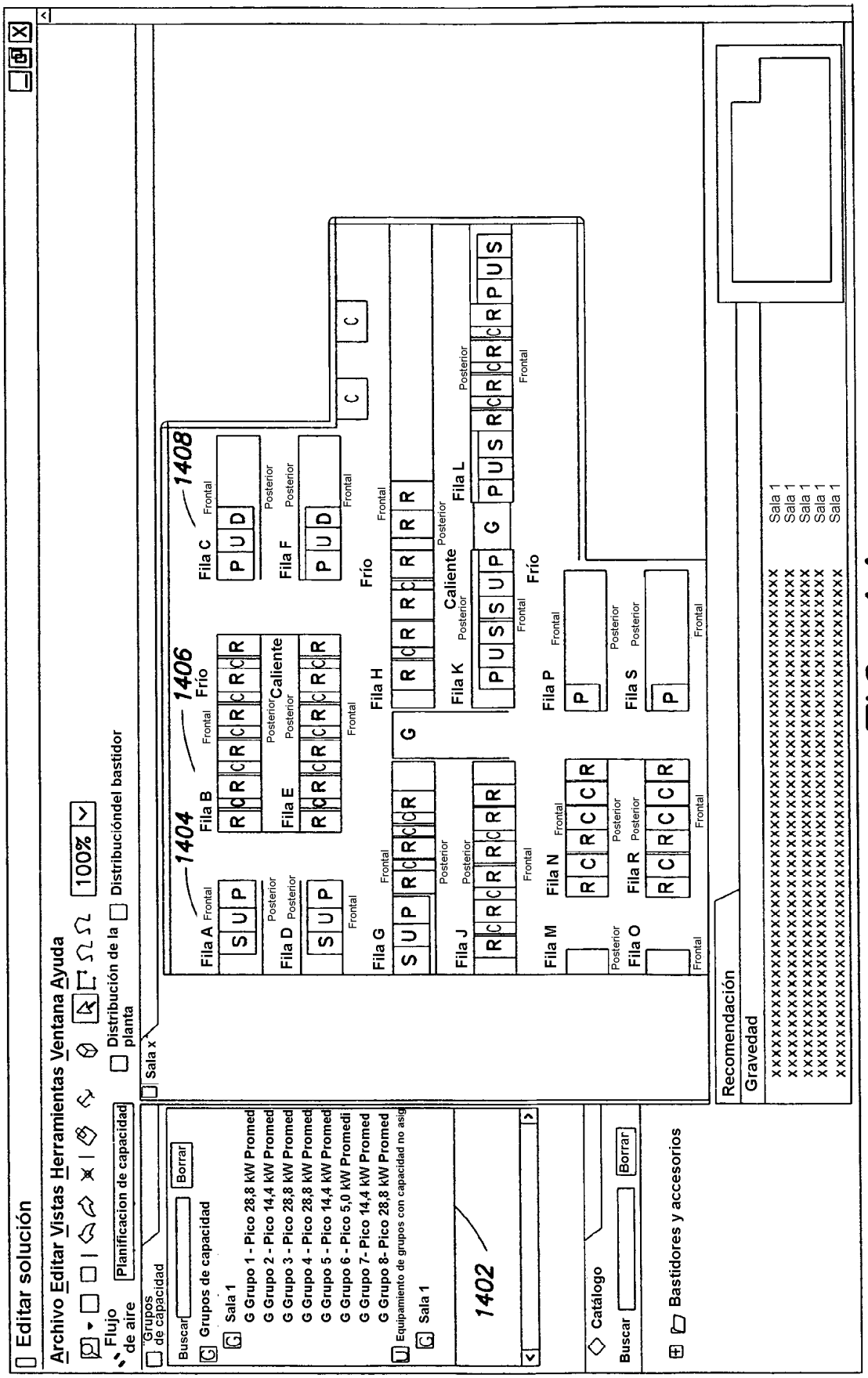
Editar solución
Archivo Editar Vistas Herramientas Ventana Ayuda
Flujo de aire
Planificacion de capacidad
Distribución de la planta
Distribuciónde bastidor
100%
Sala x
Grupos de capacidad
Buscar
Borrar
Grupos de capacidad
Sala 1
G Grupo 1 - Pico 28,8 kW Promed
G Grupo 2 - Pico 14,4 kW Promed
G Grupo 3 - Pico 28,8 kW Promed
G Grupo 4 - Pico 28,8 kW Promed
G Grupo 5 - Pico 14,4 kW Promed
G Grupo 6 - Pico 5,0 kW Promedi
G Grupo 7- Pico 14,4 kW Promed
G Grupo 8- Pico 28,8 kW Promed
Equipamiento de grupos con capacidad no asig
Sala 1
1402
1404
1406
1408
Fila A
Fila B
Fila C
Fila D
Fila E
Fila F
Fila G
Fila H
Fila J
Fila K
Fila L
Fila M
Fila N
Fila O
Fila P
Fila R
Fila S
Frontal
Posterior
Frío
Caliente
Catálogo
Buscar
Borrar
Bastidores y accesorios
Recomendación
Gravedad
Sala 1

FIG. 14