

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 744**

51 Int. Cl.:

G06F 1/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.05.2009 PCT/US2009/002763**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2009 WO09137027**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2009 E 09743014 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.08.2016 EP 2277093**

54 Título: **Procedimiento para la distribución óptima de una carga de servidores informáticos basado en la idoneidad de las condiciones medioambientales**

30 Prioridad:

**05.05.2008 US 50425 P
05.05.2008 US 50420 P
05.05.2008 US 50429 P
04.05.2009 US 435388**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.03.2017

73 Titular/es:

**SIEMENS INDUSTRY, INC. (100.0%)
3333 Old Milton Parkway
Alpharetta, Georgia 30005-4437, US**

72 Inventor/es:

**PIENTA, WILLIAM THOMAS y
SONGKAKUL, PORNSAK**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 605 744 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

Procedimiento para la distribución óptima de una carga de servidores informáticos basado en la idoneidad de las condiciones medioambientales.

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere en general a los centros de procesamiento de datos, y más particularmente, a la gestión del funcionamiento de un centro de procesamiento de datos.

Antecedentes de la invención

- 10 Los centros de datos son partes de edificios o instalaciones en los que se encuentra un gran número de servidores. El embalaje denso de los servidores da como resultado la generación de una gran cantidad de calor en un área localizada. El centro de datos se debe de enfriar de manera fiable con el fin de evitar el cierre del hardware del servidor, o daños en el mismo. El apagado del servidor debido a la sobrecarga de calor puede causar importantes pérdidas económicas.

- 15 En consecuencia, las unidades de refrigeración especializadas se han desarrollado para su puesta en práctica directamente en los centros de datos. Estas unidades de refrigeración especializadas son a veces conocidas en la técnica como unidades de aire acondicionado de la sala de ordenadores ("CRAC ") o unidades de tratamiento de aire para salas de ordenadores. En esta descripción, la unidad de aire acondicionado o CRAC se entiende que abarca cualquier dispositivo que se utiliza para efectuar la refrigeración de un centro de datos. Las CRACs se han empleado como resultado del hecho de que los sistemas ordinarios de edificios HVAC no están configurados de forma óptima para manejar el calor concentrado generado en los centros de datos. Así las CRACs se utilizan a menudo en conexión con, pero además de, las unidades de refrigeración ordinarias de un edificio empleado para sistemas de confort humanos.

Muchas CRACs tienen controles simples e integrados que ajustan la salida de la unidad en base a factores tales como la temperatura del aire ambiente. En algunos casos, las CRACs tienen controladores que interactúan con el sistema de automatización del edificio que controla o incluye entre otras cosas, el sistema HVAC del edificio.

- 25 Mientras que las CRACs proporcionan una solución a la necesidad de mejorar la potencia de refrigeración dentro de un centro de datos que tiene varios servidores, existe, sin embargo, un riesgo de sobrecalentamiento, debido a la carga desequilibrada de las tareas de procesamiento dentro del centro de datos, al mal funcionamiento o la ineficiencia de una unidad CRAC, o a condiciones locales dentro del centro de datos que afecta a la capacidad de enfriar de ciertos servidores o grupos de servidores. Es por lo tanto deseable reducir el riesgo de sobrecalentamiento u otro mal funcionamiento de uno o varios procesadores en un centro de datos.

El documento US 2005/0055590 A1 da a conocer un método para seleccionar un sistema informático para ejecutar una aplicación basada en el consumo de potencia de los sistemas informáticos.

El documento US 2007/0100494 A1 da a conocer un sistema de control y seguimiento de las condiciones en varios niveles.

- 35 El documento "Cool Job Allocation: Measuring the Power Savings of Placing Jobs at Cooling-Efficient Locations in the DataCenter" de Cullen Bash y George Forman, Laboratorios HP Palo Alto, EE.UU. 23 de agosto de 2007, sugiere colocar las cargas de trabajo computacional más pesadas en servidores en un centro de datos, en el lugar más eficientemente enfriado del centro de datos.

- 40 El documento US 2006/0161307 A1 describe un método para la colocación de la carga de trabajo en base a la capacidad de una pluralidad de unidades de aire acondicionado.

El documento US 2003/0193777 A1 describe un sistema para la distribución de carga de trabajo en los centros de datos en base a los requerimientos de energía.

Resumen

- 45 La presente invención aborda las necesidades identificadas antes, así como otras, mediante la distribución de la carga de procesamiento a los espacios que son particularmente adecuados para el manejo del procesamiento adicional. Por lo tanto, la presente invención proporciona un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

Las características y ventajas de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica con referencia a la siguiente descripción detallada y a los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

5 La figura 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de una disposición ilustrativa según una primera realización de la invención puesta en práctica para coordinar el proceso de aplicación en un centro de datos de ejemplo.

La figura 2 muestra un conjunto ilustrativo de las operaciones que podrán realizarse conforme a la presente invención.

La figura 3 muestra con mayor detalle un ejemplo de realización de al menos una de las operaciones de la figura 2.

10 Descripción detallada

La figura 1 muestra una disposición 100 según una realización ilustrativa de la invención. La disposición 100 se muestra usándola en conjunción con un centro de datos 102 que incluye una pluralidad de servidores 104₁, 104₂... 104₁₈ y una pluralidad de unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃, y 106₄. La disposición 100 incluye un sistema de gestión del servidor informático 108 que tiene, entre otras cosas, una memoria 110 y un circuito de tratamiento 112. En esta realización, la disposición 100 incluye además un elemento BAS 120, que está conectado de forma comunicativa al circuito de procesamiento 112.

20 Cada uno de los servidores 104₁ a 104₁₈ es parte de un conjunto de ordenadores que proporcionan servicios de procesamiento de aplicaciones a por lo menos uno, y típicamente a un número mayor de ordenadores de clientes, que no se muestran. Los servidores 104₁ a 104₁₈ están típicamente dispuestos en racks y se dispersan por todo el espacio del centro de datos 102. Por ejemplo, como se muestra en la Fig. 1, los servidores 104₁, 104₂, 104₃, 104₄, y 104₅ se pueden agrupar en un primer rack 122 de un primer espacio 132 del centro de datos 102. Del mismo modo, los servidores 104₆, 104₇, 104₈ y 104₉ se pueden agrupar en un segundo rack 124 en un segundo espacio 134 del centro de datos 102, los servidores 104₁₀, 104₁₁, 104₁₂, 104₁₃ y 104₁₄ se pueden agrupar en un tercer rack 126 del tercer espacio 136 del centro de datos 102, y los servidores 104₁₅, 104₁₆, 104₁₇ y 104₁₈ se pueden agrupar en un cuarto rack 128 de un cuarto espacio 138 del centro de datos 102.

25 Se apreciará que los centros de datos pueden tener más servidores por rack, más racks situados en un solo espacio, y más espacios definidos. En otras palabras, la estructura básica del centro de datos 102 puede ampliarse (o incluso reducirse) en un número casi infinito de formas. Los principios descritos en conexión con la realización ilustrada pueden ser fácilmente ampliados a otros centros de datos de otros tamaños.

30 Cada una de las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃ y 106₄, es una unidad del manipulador de aire de la sala de ordenadores o del aire acondicionado de la sala de ordenadores, referido a ellos en conjunto como CRAC. Las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃ y 106₄ también pueden ser cualquier unidad de aire acondicionado que se emplea para específicamente enfriar un espacio dentro de un centro de datos u otra área que sea un generador térmico alto. Tales dispositivos son bien conocidos en la técnica. En esta realización, cada una de las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃ y 106₄ esta operativamente acoplada al elemento BAS 120 de manera que el elemento BAS 120 puede realizar al menos alguna medida de control de las operaciones de la unidad de aire acondicionado 106_n. Por ejemplo, si una unidad de aire acondicionado 106_n tiene detectores de temperatura y de control independientes, el elemento BAS 120 puede ser conectado operativamente para anular el control local de encendido/apagado y/o para proporcionar un conjunto de puntos a la unidad de aire acondicionado 106_n. Otras unidades de aire acondicionado se pueden configurar para el control externo directo. En cualquier caso, el elemento BAS 120 preferiblemente se conecta operativamente para proporcionar una gestión y/o control total de cada una de las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃ y 106₄.

45 En la realización descrita aquí, las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃ y 106₄ funcionan para refrigerar, respectivamente, los espacios 132, 134, 136 y 138. Se conoce en la técnica la posición del equipo de aire acondicionado en un centro de datos con el fin de enfocar la capacidad de refrigeración de las diferentes unidades de aire acondicionado en diferentes espacios, incluso si los diferentes espacios no se encuentran físicamente cercados. A modo de ejemplo, es conocido el colocar unidades de aire acondicionado para formar pasillos calientes y pasillos fríos, en el que las unidades de aire acondicionado están asociadas específicamente con los respectivos pasillos fríos.

50 El elemento BAS 120 es uno o más dispositivos que están configurados para comunicarse con un sistema de automatización de edificios y para operar dentro del mismo, como el sistema HVAC o similares. Tales sistemas son conocidos en la técnica y pueden tener una arquitectura general del sistema APOGEE™ disponible por Siemens Building Technologies Inc. El elemento BAS 120 incluye al menos un circuito de procesamiento 140 y una memoria

142. El elemento BAS 120 puede tomar convenientemente la forma de una estación de trabajo de supervisión en un BAS como la estación de trabajo INSIGHT™ disponible de Siemens Building Technologies, Inc., de Buffalo Grove, Illinois. En la alternativa, el elemento BAS 120 puede ser adecuadamente un controlador configurable de campo, como el controlador modular PXC, también disponible por Siemens Building Technologies, Inc. En general, el circuito de procesamiento 140 se configura a través de otros circuitos para comunicar los datos BAS (tales como los puntos de ajuste, valores de los sensores y comandos) con otros dispositivos BAS, como otros controladores, o incluso con sensores y actuadores. El elemento BAS 120 puede incluir además dispositivos especiales I/O digitales o analógicos que son necesarios para comunicar con los elementos de control de las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃, y 106₄. En esta realización, el elemento BAS 120 está además conectado operativamente para comunicar la información con el sistema de gestión del servidor informático 108, y en particular con el circuito de procesamiento 112. Con este fin, se proporciona un interfaz de datos adecuado entre el elemento BAS 120, que está configurado para un sistema BAS, y el sistema de gestión del servidor informático 108, que normalmente no está configurado para la comunicación con un sistema BAS.

En la realización descrita en el presente documento, el elemento BAS 120 está configurado para monitorizar las condiciones medioambientales dentro del centro de datos 102, y en particular, en los espacios 132, 134, 136 y 138. Con este fin, el elemento BAS 120 está acoplado operativamente a uno o más sensores medioambientales 118₁ situados en el primer espacio 132, uno o más sensores medioambientales 118₂ situados en el segundo espacio 134, uno o más sensores medioambientales 118₃ situados en el tercer espacio 136 y uno o más sensores medioambientales 118₄ situados en el cuarto espacio 138.

Cada uno o varios de los sensores 118₁ a 118₄ pueden incluir al menos un sensor de temperatura, así como, opcionalmente, sensores de humedad, de flujo de aire, y/o de presión. Los sensores 118₁ a 118₄ están configurados para proporcionar información sobre las condiciones medioambientales en los espacios 132, 134, 136 y 138 al elemento BAS 120. Dicha información puede ser utilizada tanto para controlar el funcionamiento de las unidades de aire acondicionado 100₁, 106₂, 106₃, y 106₄, así como para determinar la idoneidad de los espacios 132, 134, 136 y 138 para el procesamiento adicional por los servidores en ellos, como se analizará más adelante.

El sistema de gestión del servidor informático 108 es un sistema informático que generalmente está configurado para coordinar el uso de una pluralidad de servidores 104₁ a 104₁₈. Tales dispositivos son conocidos por lo general. Para coordinar el uso del servidor, el circuito de procesamiento 112 del sistema de gestión del servidor informático 108 ejecuta el software de virtualización 114. El software de virtualización 114, como se conoce en la técnica, es un software que, cuando se ejecuta por un procesador de otro modo correctamente configurado, gestiona la distribución de procesos de aplicación entre una pluralidad de servidores, como en un centro de datos.

De acuerdo con esta realización de la presente invención, el circuito de procesamiento 112 está configurado además para emplear el software de virtualización 114 para asignar los procesos de aplicación entre los servidores 104₁, 104₂, etc. en base a una medición de la idoneidad de los espacios 132, 134, 136 y 138. Con este fin, la memoria 110 almacena un valor de información sobre el espacio para cada espacio de una pluralidad de espacios 132, 134, 136 y 138. El valor de la información sobre el espacio incluye la información referente a la idoneidad relativa de un espacio correspondiente para aceptar la carga de computación. La idoneidad relativa de un espacio se puede determinar en base, al menos, a una medición de las condiciones medioambientales para el espacio correspondiente, así como a otros factores. La información adicional en relación con el desarrollo de los valores de la información espacial y/o las valoraciones de idoneidad, se discute más adelante en relación con las figuras 2 y 3.

Con referencia de nuevo a la Fig. 1, el sistema de gestión del servidor informático 108 está configurado para asignar (a través del software de virtualización) una o más tareas de procesamiento a un servidor de la pluralidad de servidores 104₁ a 104₁₈ basado en parte en la idoneidad relativa del espacio en el que los servidores 104₁ a 104₁₈ se encuentran.

En particular, cuando se asigna una utilidad a un servidor 104_n, la ejecución de la utilidad hace que el servidor 104_n genere energía térmica. El circuito de procesamiento 112 asigna las tareas de procesamiento de tal manera que el calor generado por los servidores 104 al realizar las tareas de procesamiento se distribuye a un espacio en el que el medio ambiente (y otros factores) están en un estado susceptible de aceptar más cargas de computación y térmicas.

Con este fin, se apreciará que los servidores 104₁ a 104₅ generan calor en el espacio 132, los servidores 104₆ a 104₉ generan calor en el espacio 134, los servidores 104₁₀ a 104₁₄ generan calor en el espacio 136, los servidores 104₁₅ a 104₁₈ generan calor en el espacio 138. Si los servidores se utilizan mucho dentro de un espacio particular, y/o si la temperatura en uno o más espacios es particularmente alta, y/o la temperatura es difícil de reducir, entonces tal espacio sería *menos* adecuado (es decir, tiene una idoneidad relativa menor) para la actividad computacional adicional con respecto a otros espacios.

En consecuencia, el circuito de procesamiento 112 asigna las tareas de procesamiento, favoreciendo las distribuciones de cargas de computación a los servidores 104 dentro de los espacios que tienen un índice de idoneidad relativamente alto.

5 A modo de ejemplo, se considera una situación en la que 100 aplicaciones se deben de asignar a los servidores 104₁ a 104₁₈. En la técnica anterior, una forma de asignar las aplicaciones podía ser simplemente asignar un número considerablemente igual de aplicaciones para cada uno de los procesadores, de tal manera que en este ejemplo cada uno de los servidores 104₁ a 104₁₈ tendría cinco o seis de las cien aplicaciones. Por otra parte, la distribución puede estar basada en el intento de mantener las múltiples actividades de cada uno de los servidores 104₁ a 104₁₈ más o menos igual. Por lo tanto, si un servidor particular 104_n tiene un número de tareas computacionales particularmente intensivas, puede tener un número menor de aplicaciones generales. También pueden ser tenidos en cuenta la velocidad de computación y eficiencia de los servidores 104₁ a 104₁₈. En cualquier caso, según la técnica anterior, se intenta siempre que la distribución de la carga computacional sea uniforme.

15 Sin embargo, puede ser el caso de que una distribución de este tipo según la técnica anterior creara la tensión por calor en un determinado espacio 136, que puede dar lugar a una parada no prevista o al menos a una condición de alarma, mientras que otro espacio 132 está funcionando bien. En tal caso, es ventajoso cargar más pesadamente algunos de la serie de servidores 104₁ a 104₅ con las aplicaciones adicionales, y carga más ligeramente los servidores 104₁₀ a 104₁₄. Tal distribución distribuye más calor al espacio más fresco 132 y menos calor adicional al espacio más caliente 136.

20 El circuito de procesamiento 112 determina así la distribución de por lo menos algunos procesos basados en el valor de la información sobre el espacio (y el índice de idoneidad de los mismos) para cada uno de los espacios 132, 134, 136 y 138.

25 En el funcionamiento general de la Fig. 1 los servidores 104₁ a 104₁₈ proporcionan una aplicación del procesamiento al cliente, que no se muestra. El sistema de gestión del servidor informático 108 opera para asignar las solicitudes de aplicación de los clientes a uno o más de los servidores 104₁ a 104₁₈. Una vez que las solicitudes de aplicaciones se asignan a un servidor 104_n, el servidor 104_n a partir de entonces ejecuta la aplicación.

30 Como cada servidor 104_n, ejecuta las aplicaciones, el microprocesador (y otros circuitos) del servidor genera calor, que tiende a calentar el espacio alrededor del servidor 104_n. Por lo tanto, en este ejemplo, las operaciones computacionales del servidor 104₁ a 104₅ tienden a generar calor en el espacio 132, las operaciones computacionales del servidor 104₆ a 104₉ tienden a generar calor en el espacio 134, las operaciones computacionales del servidor 104₁₀ a 104₁₄ tienden a generar calor en el espacio 136, y las operaciones computacionales del servidor 104₁₅ a 104₁₈ tienden a generar calor en el espacio 138.

35 Dado que el calor excesivo puede dañar los circuitos, la refrigeración es necesaria dentro del centro de datos 102. En este ejemplo, las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃, 106₄ funcionan para enfriar, respectivamente, los espacios 132, 134, 136 y 138. Cada una de las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃, 106₄ puede funcionar de manera adecuada para enfriar su respectivo espacio local a una temperatura del punto establecido predeterminado. En esta realización, el elemento BAS 120 puede proporcionar una temperatura del punto establecido de cada una de las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃, 106₄ y se pueden además controlar al menos algunos aspectos del funcionamiento de las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃, 106₄.

40 Los sensores 118₁ a 118₄ funcionan para proporcionar al elemento BAS 120 las medidas de temperatura, y opcionalmente otros datos medioambientales sobre los espacios respectivos 132 a 138. Tal información de la medición en algunos casos se usa para ayudar en el control de las unidades de aire acondicionado 106₁, 106₂, 106₃, 106₄. Según al menos algunas realizaciones de la invención, tal información de la medición se utiliza además para generar un valor de información sobre el espacio (por ejemplo, un valor del índice de idoneidad).

45 Con respecto al valor de la información sobre el espacio, el elemento BAS 120 proporciona datos de sensores del medioambiente recibidos de los sensores 118₁ a 118₄ para el circuito de procesamiento 112 del sistema de gestión del servidor informático 108. El circuito de procesamiento 112 utiliza los datos recibidos del sensor medioambiental con respecto a los espacios 132, 134, 136 y 138, así como otra información, para generar un índice de idoneidad. La otra información que el circuito de procesamiento 112 puede utilizar para generar un índice de idoneidad incluye la carga (y la carga prevista) de los servidores dentro de cada espacio 132, 134, 136 y 138.

50 En cualquier caso, el circuito de procesamiento 112 genera de este modo un valor de información sobre el espacio, que en este caso incluye un índice de idoneidad calculado sobre la base, al menos, de la información medioambiental, para cada uno de los espacios 132, 134, 136 y 138. El circuito de procesamiento 112 almacena el índice de idoneidad para los espacios 132, 134, 136 y 138 en la memoria 110.

El circuito de procesamiento 112 también ha almacenado, en la memoria 110, una identificación sobre el espacio 132, 134, 136 y 138 en el que se localiza cada espacio de los servidores 104₁ a 104₁₈.

5 En esta realización, el circuito de procesamiento 112 asigna las tareas de procesamiento (aplicaciones) a los servidores 104₁ a 104₁₈ en base al menos en parte al índice de idoneidad de sus espacios correspondientes 132, 134, 136 y 138. Si se debe asignar una gran cantidad de aplicaciones a los servidores, el circuito de procesamiento 112 asigna preferiblemente más aplicaciones a los espacios que tienen un índice de idoneidad más alto, y menos aplicaciones a los espacios que tienen un índice de idoneidad inferior. Como resultado, las aplicaciones se enrutan en mayor medida a los servidores situados en un entorno que es más propicio a la aceptación de la carga térmica adicional que será el resultado de las operaciones adicionales del ordenador.

10 La figura 2 muestra un grupo de ejemplos de operaciones que pueden ser realizadas por el circuito de procesamiento 112 para llevar a cabo la distribución basada en la idoneidad del espacio de las tareas de procesamiento descritas anteriormente. Se observará que todos o algunos de estos pasos se pueden llevar a cabo alternativamente por el circuito de procesamiento 140 en el elemento BAS 120, o en algún otro dispositivo BAS.

15 Con referencia a la Fig. 2, en el paso 205, el circuito de procesamiento 112 obtiene o genera una asociación de cada servidor 104_n con uno de los espacios definidos 132, 134, 136 y 138. Como se discutió anteriormente, cada uno de los espacios 132, 134, 136 y 138 en este ejemplo corresponden directamente con un único rack respectivo 122, 124, 126 y 128 y una única unidad de aire acondicionado respectiva 106₁, 106₂, 106₃, 106₄. Sin embargo, se apreciará que varios racks (que tienen cada uno varios ordenadores) pueden estar situados en un solo espacio. Alternativamente (y preferiblemente), cada rack puede subdividirse en múltiples "espacios". Con este fin, con la
20 llegada de módulos de sensores inalámbricos, múltiples sensores inalámbricos pueden ser fácilmente implementados en diferentes ubicaciones de un único rack del servidor. Como resultado, pueden obtenerse los datos medioambientales en detalle, que además ayudan a la búsqueda de puntos de calor localizados o puntos fríos asociados con servidores particulares. Del mismo modo, no es necesario que un solo espacio este asociado con una sola unidad de aire acondicionado.

25 De hecho, la influencia más importante en la definición significativa de los espacios en un centro de datos es el número y la colocación de los sensores y/o servidores. Con este fin, siempre que un espacio puede ser definido por al menos un servidor, y tiene la información medioambiental específica del espacio disponible, entonces se puede generar ventajosamente un índice de idoneidad para tal espacio. Por ejemplo, al menos algunas formas de realización contemplan la colocación de al menos cuatro sensores de temperatura en cada rack del servidor. En tal
30 caso, al menos cuatro espacios se pueden definir para cada rack. Usando la interpolación entre sensores, también se pueden definir uno o más espacios adicionales.

Independientemente de cómo se definen los espacios, sin embargo, el circuito de procesamiento 112 obtiene la asociación de cada servidor con uno de los espacios definidos. En el ejemplo de realización de la fig. 1, el circuito de procesamiento 112 asocia los servidores 104₁, 104₂, 104₃, 104₄, y 104₅ con el primer espacio 132 del centro de
35 datos 102, los servidores 104₆, 104₇, 104₈, y 104₉ con el segundo espacio 134, los servidores 104₁₀, 104₁₁, 104₁₂, 104₁₃, y 104₁₄ con el tercer espacio 136, y los servidores 104₁₅, 104₁₆, 104₁₇, y 104₁₈ con el cuarto espacio 138.

El circuito de procesamiento 112 puede obtener adecuadamente la asociación de servidores a los espacios definidos a través de la entrada del usuario, directa o indirectamente a través del elemento BAS 120. La entrada del usuario
40 identifica la disposición de los servidores 104₁ a 104₁₈ con respecto a un grupo de coordenadas dentro del centro de datos 102. El circuito de procesamiento 112 (y/o el elemento BAS 120) pueden asociar además a los sensores 118₁ a 118₄, así como a las unidades de aire acondicionado 106₁ a 106₄, con los espacios definidos 132, 134, 136 y 138.

A partir de entonces, en el paso 210, el circuito de procesamiento 112 genera un valor de información sobre el espacio para cada espacio 132, 134, 136 y 138. El valor de la información sobre el espacio incluye un índice de idoneidad para el espacio. El índice de idoneidad tiene en cuenta la temperatura, y preferiblemente, una carga de
45 indicación de los servidores dentro del espacio, una indicación de si hay servidores disponibles en el espacio, y si el preenfriamiento se está produciendo dentro del espacio.

La generación de los valores de información sobre el espacio se discute con más detalle a continuación en relación con la Fig. 3. La tabla 1 siguiente proporciona valores de información sobre el espacio ilustrativos para los espacios 132, 134, 136 y 138 en forma de tabla.

50

Tabla 1

ESPACIO	UTILIDAD	IDONEIDAD
132	Si	30
134	Si	90
136	No	0
138	Si	100

5 En el paso 215, el circuito de procesamiento 112 asigna entonces aplicaciones para seleccionar uno de los servidores 104₁ a 104₁₈ basándose en el valor de la información sobre el espacio. A modo de ejemplo, el circuito de procesamiento 112 puede asignar adecuadamente una o varias aplicaciones a los servidores en el espacio que tienen el índice de idoneidad más alto. En el ejemplo anterior de la Tabla 1, el circuito de procesamiento 112 podría asignar una nueva aplicación a un servidor en el espacio 138. Si hay varios servidores disponibles dentro del espacio seleccionado, como en el caso del espacio 138, el software de virtualización 114 del sistema de gestión del servidor informático 108 puede identificar adecuadamente el servidor o servidores específicos en el espacio adecuado determinado al que la aplicación o aplicaciones se debe asignar. Si las mediciones de temperatura en detalle están disponibles dentro del espacio definido, el circuito de procesamiento 112 puede intentar asignar la nueva aplicación al servidor más cercano a un sensor que muestra una baja temperatura localizada.

15 Si, por el contrario, se debe asignar un gran número de aplicaciones, entonces el circuito de procesamiento puede asignar las aplicaciones a los espacios de una manera proporcional al índice de idoneidad de los espacios. Haciendo referencia al ejemplo de la Tabla 1, por lo tanto, si se pueden asignar cien aplicaciones, entonces el circuito de procesamiento 112 puede asignar adecuadamente 30/220 o 14 aplicaciones a los servidores 104₁ a 104₅ dentro del espacio 132, puede asignar 90/220 o 41 aplicaciones a los servidores 104₆ a 104₉ dentro del espacio 134, y puede asignar 100/220 o 45 aplicaciones a los servidores 104₁₀ a 104₁₄ en el espacio 136. Similar al anterior, el software de virtualización del sistema de gestión del servidor informático 108 puede identificar adecuadamente el servidor o los servidores específicos en el espacio determinado al que se le debe asignar la aplicación o aplicaciones identificadas. Así, por ejemplo, el software de virtualización del sistema de gestión del servidor informático 108 podría identificar cómo las catorce aplicaciones deberán ser divididas entre los servidores 104₁, 104₂, 104₃, 104₄, 104₅, y así sucesivamente.

25 Por consiguiente, las operaciones de la Fig. 2 muestran cómo el circuito de procesamiento 112 obtiene la información sobre el índice de idoneidad para los espacios definidos de un centro de datos, y utiliza la información del índice de idoneidad para asignar tareas de aplicación a los servidores ubicados dentro de esos espacios. Con el uso de este proceso, la carga computacional se dirige de manera ventajosa a los servidores en lugares que tienen las mejores condiciones para el manejo de la nueva carga térmica.

30 La figura 3 muestra un conjunto de ejemplos de pasos que pueden ser utilizados para generar el índice de idoneidad para cada espacio definido en un centro de datos. Los pasos de la Fig. 3 se deben de llevar a cabo periódicamente, como por ejemplo [[diariamente? por hora ?, cada minuto??]].

35 En el paso 305, el circuito de procesamiento 112 obtiene valores de los sensores para el espacio dado desde el elemento BAS 120. El elemento BAS 120, a su vez, recibe el valor del sensor de los sensores 118₁ a 118₄ a través de una red de datos de un sistema de automatización inalámbrico o por cable. En la realización descrita en el presente documento, los valores de los sensores típicamente al menos incluirán información de la temperatura del espacio correspondiente. Se apreciará que el elemento BAS 120 u otro dispositivo pueden cambiar, filtrar, promediar, o de otro modo procesar los valores de los sensores antes de proporcionar los valores al circuito de procesamiento 112.

40 En la etapa 310, el circuito de procesamiento 112 obtiene las cargas reales y previstas de los servidores dentro del espacio seleccionado. Los datos de carga real están fácilmente disponible en los mismos servidores. Los datos de carga previstos pueden estar disponibles.

En el paso 315, el circuito de procesamiento 112 calcula el índice de idoneidad para el espacio sobre la base de la información obtenida en los pasos 305 y 310. El índice de idoneidad es en esta realización, una función de la temperatura medida, una relación de la carga calculada del servidor, la carga del servidor prevista, el estado de pre-

ES 2 605 744 T3

enfriamiento y otras condiciones medioambientales (presión, humedad, flujo de aire). Los expertos en la técnica pueden considerar más o menos factores en otras puestas en práctica.

5 Con respecto a medir la temperatura, el índice de idoneidad aumenta inversamente como una función de la temperatura o temperaturas medidas dentro de un espacio. Por ejemplo, si no intervienen otros factores, es deseable asignar nuevas aplicaciones a los servidores en el espacio más fresco.

Con respecto a la relación de carga del servidor, el índice de idoneidad también se eleva inversamente como una función de la carga de corriente de los servidores dentro de un espacio. Todas las cosas (como la temperatura) son iguales, por lo que es deseable evitar el intento de asignar una aplicación en la que los servidores están todos (o la mayoría) ocupados y no disponible.

10 Con respecto a la carga del servidor pronosticada, el índice de idoneidad se eleva inversamente como una función de la carga del servidor pronosticada dentro del espacio. Si se predice que un servidor dentro de un espacio definido tiene una carga alta que no se puede mover fácilmente a otros servidores, entonces, puede ser ventajoso evitar el calor excesivo que podría resultar de la distribución de otras nuevas aplicaciones a los servidores en ese espacio.

15 Con respecto al preenfriamiento, el índice de idoneidad se eleva como una función de la condición de preenfriamiento. Un estado de preenfriamiento es un estado en el que se está pre enfriando un espacio particular, por lo general en previsión de una carga entrante de procesamiento pesada. Si el espacio se está sometiendo a un preenfriamiento, entonces es ventajoso asignar una carga adicional computacional a los servidores dentro de ese espacio.

20 Con respecto a otras mediciones medioambientales (humedad, etc.), el índice de idoneidad aumenta a medida que esos valores tienden hacia óptimos, y disminuye a medida que esos valores tienden hacia condiciones inaceptables. En particular, cualquiera de las condiciones inaceptables (es decir, alarma) pueden causar que el índice de adecuación caiga a cero, independientemente de otros factores.

25 Una vez que se ha calculado el índice de idoneidad para el espacio, el circuito de procesamiento 112 pasa a la etapa 320. En el paso 320, el circuito de procesamiento 112 determina si el índice de idoneidad indica una condición de alarma. Por ejemplo, un índice de idoneidad de cero se puede tratar como una condición de alarma. Si se detecta una condición de alarma, entonces el circuito de procesamiento 112 en el paso 325 indica la alarma a una pantalla visual, o a un dispositivo inalámbrico portátil de un técnico a través del correo electrónico, de un mensaje de texto, o la paginación. Después del paso 325, el circuito de procesamiento 112 vuelve al paso 305 para comenzar los cálculos del índice de idoneidad en otro espacio. Del mismo modo, si no se detecta ninguna condición de alarma en el paso 320, el circuito de procesamiento 112 vuelve directamente al paso 305.

30

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de distribución de una carga de servidores informáticos en función de la idoneidad de las condiciones ambientales, que consiste en:

5 a) generar un valor de información sobre el espacio para cada espacio de una pluralidad de espacios (132, 134, 136, 138) sobre la base de por lo menos una medición de las condiciones medioambientales para el espacio correspondiente (132, 134, 136, 138), cada espacio (132, 134, 136, 138) consta de uno o más dispositivos de computación (104₁, 104₁₈), el valor de la información sobre el espacio contiene las informaciones que conciernen a la idoneidad relativa de un espacio correspondiente (132, 134, 136, 138) con vistas a la aceptación de una carga de computación, y

10 b) determinar la distribución de una carga de computación adicional sobre la base de los valores de información del espacio, donde por lo menos una medición de las condiciones medioambientales comprende al menos uno de los grupos constituidos por: una medición de la temperatura, una medición de la humedad, una medición de la corriente de aire y una medición de la presión, y donde el valor de la información sobre el espacio se calcula en función de una temperatura medida, de una corriente calculada o de un valor predictivo de la carga de computación, y a un estado de preenfriamiento,

el procedimiento se caracteriza en que,

15 c) distribuir la carga de computación adicional a uno o varios dispositivos de computación (104₁, 104₁₈), situados en uno o varios espacios de una pluralidad de espacios (132, 134, 136, 138) sobre la base de la distribución determinada de la carga de computación adicional en una forma proporcional a la adecuación relativa de los espacios respectivos (132, 134, 136, 138) para la carga de computación,

20 con un índice de idoneidad de la idoneidad relativa que aumenta a la inversa de la temperatura medida dentro de un espacio (132, 134, 136, 138), a la inversa de la carga de corriente de los servidores situados dentro de un espacio (132, 134, 136, 138), a la inversa de la carga predicha del servidor dentro de un espacio (132, 134, 136, 138) y directamente como una función del estado de preenfriamiento.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

25 obtener por lo menos una medición del sensor de un sensor (118₁ – 118₄) dispuesto dentro de cada espacio de la pluralidad de espacios (132, 134, 136, 138) y en el que por lo menos una medida de las condiciones medioambientales de cada espacio (132, 134, 136, 138) está basada en por lo menos una medida del sensor para el espacio (132, 134, 136, 138).

3. Procedimiento según la reivindicación 1,

en el que la etapa a) consiste, por otro lado, en producir el valor de información sobre el espacio por lo menos en parte sobre la base de informaciones sobre la carga de computación que concierne a los dispositivos de computación (104₁, 104₁₈), situados en cada espacio (132, 134, 136, 138).

35 4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa b) consta por otro lado de:

40 b) seleccionar un primer dispositivo de computación (104₁, 104₁₈) para el tratamiento de una carga de computación adicional que proviene de una pluralidad de dispositivos de computación (104₁, 104₁₈), teniendo como base una evaluación de las informaciones que conciernen a la idoneidad relativa de un primer espacio (132, 134, 136, 138) en el cual está situado el primer dispositivo de computación (104₁, 104₁₈), y por informaciones que conciernen a la idoneidad relativa de otros espacios (132, 134, 136, 138).

5. Procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:

obtención de datos de identificación de una asociación entre cada dispositivo de la pluralidad de dispositivos de computación y una selección de un espacio de una pluralidad de espacios (132, 134, 136, 138);

45 en el que la etapa b) consiste además en determinar la distribución de la carga de computación adicional mediante la distribución de la carga de computación adicional a los dispositivos de computación (104₁ -104₁₈), asociados con un primer espacio (132, 134, 136, 138) teniendo como base los valores de la información sobre el espacio del primer espacio (132, 134, 136, 138) y del otro espacio de la pluralidad de espacios (132, 134, 136, 138).

6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la etapa b) comprende además:
- para un número dado de aplicaciones que hay que asignar a los dispositivos de computación (104₁ - 104₁₈),
- 5 i. distribuir más aplicaciones a los dispositivos de computación (104₁ - 104₁₈), asociados con uno o más espacios (132, 134, 136, 138) que tienen valores de información sobre el espacio representativos de una idoneidad relativa mayor, y
- ii. distribuir menos aplicaciones a los dispositivos de computación (104₁ - 104₁₈), asociados con uno o más espacios (132, 134, 136, 138) que tienen valores de información sobre el espacio representativos de una idoneidad relativa menor.
7. Procedimiento según la reivindicación 1, que consta por otro lado de:
- 10 c) proporcionar un valor de información sobre el espacio actualizado en el momento ulterior teniendo como base nuevas informaciones sobre el medioambiente;
- d) determinar una retribución por lo menos de cierta carga de computación sobre la base de los valores de información sobre el espacio.
8. Procedimiento según la reivindicación 6,
- 15 en el que la determinación de la redistribución consiste en hacer pasar un proceso de un primer dispositivo de computación (104₁ - 104₁₈), situado en un primer espacio (132, 134, 136, 138) a un segundo dispositivo de computación (104₁ - 104₁₈), situado en un segundo espacio (132, 134, 136, 138).

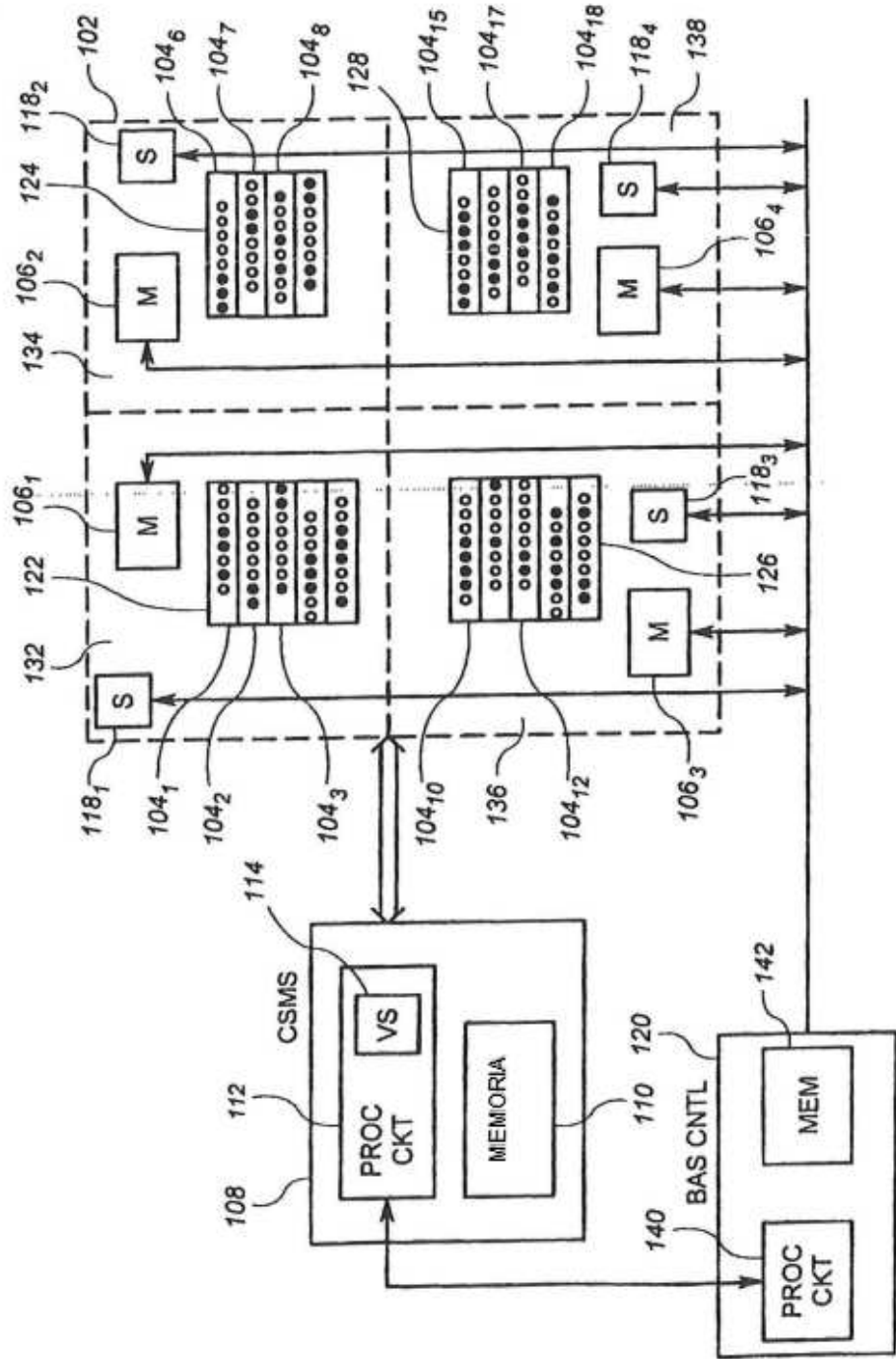


FIG. 1

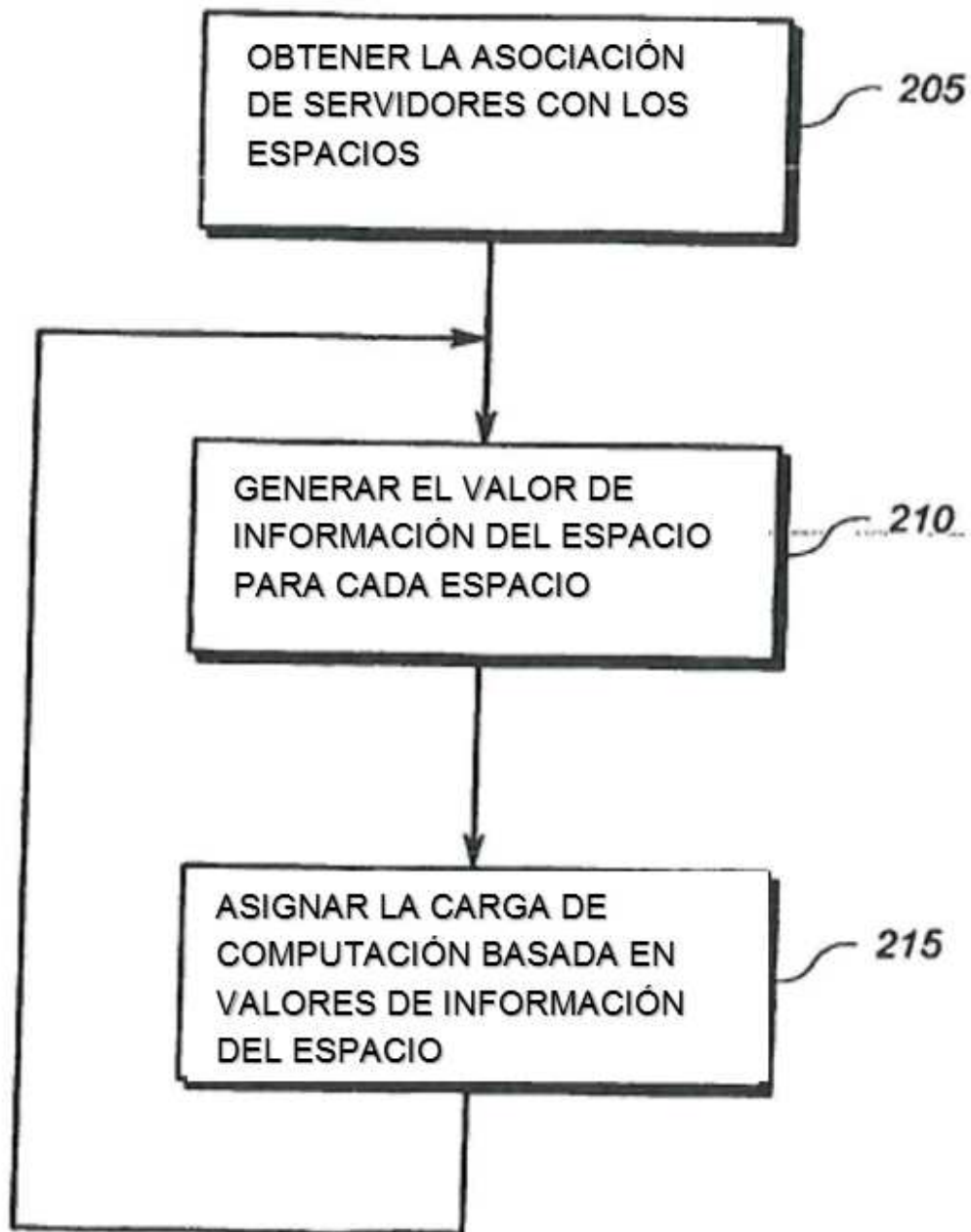


FIG. 2

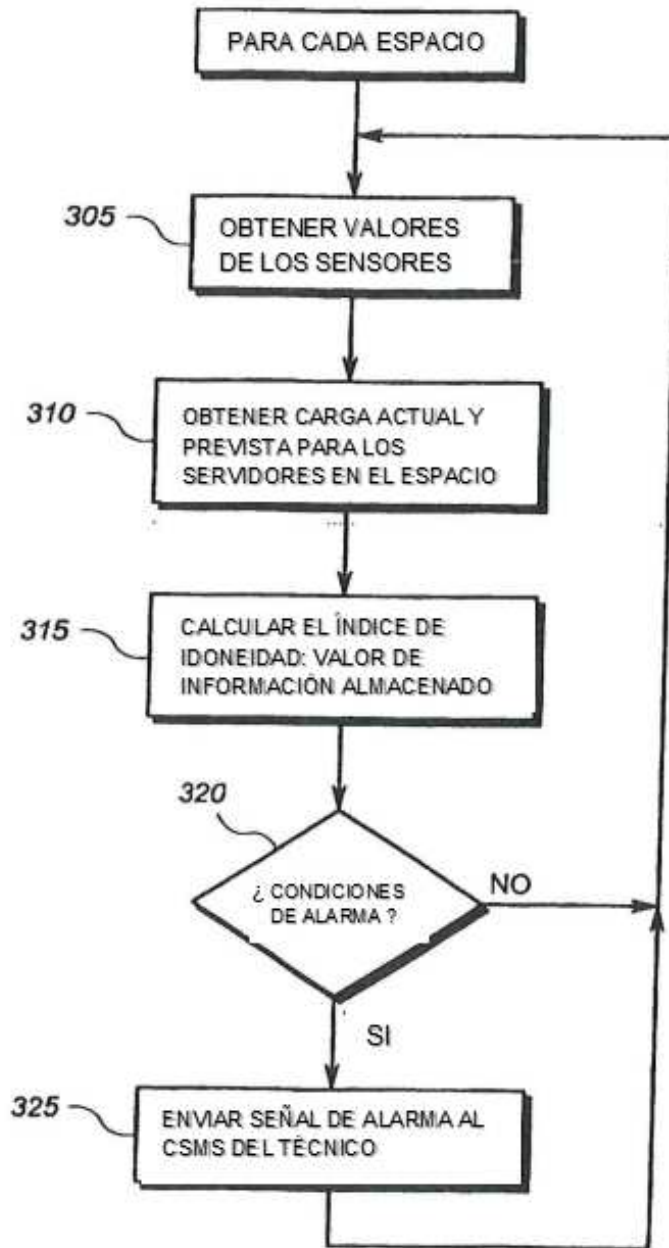


FIG. 3