



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 875**

51 Int. Cl.:  
**H05K 7/20** (2006.01)  
**G06F 1/20** (2006.01)  
**F24F 3/044** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08846638 .8**  
96 Fecha de presentación : **10.11.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2218313**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **18.08.2010**

54 Título: **Sistema de bastidores y procedimiento para mantener el estado de climatización del mismo.**

30 Prioridad: **09.11.2007 EP 07021813**  
**17.06.2008 PCT/EP2008/004871**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.05.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.05.2011**

73 Titular/es: **KNÜRR AG.**  
**Mariakirchener Strasse 38**  
**94424 Arnstorf, DE**

72 Inventor/es: **Honold, Olivier;**  
**Reiter, Rupert y**  
**Gallmann, Martin**

74 Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

ES 2 357 875 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****CAMPO TÉCNICO**

5 La presente invención se refiere a un sistema de bastidores (sistema de rack) al cual se suministra un agente de refrigeración, tal como, por ejemplo, aire frío. La invención se refiere además a un procedimiento para la determinación de un estado de climatización del sistema de bastidores. El estado de climatización del sistema de bastidores se puede determinar, por ejemplo, en el contexto con el control de uno o más parámetros de climatización dentro del sistema de bastidores.

**ANTECEDENTES**

10 El equipo eléctricamente accionado, que incluye unos dispositivos electrónicos, tales como ordenadores, dispositivos de almacenaje masivo y conmutadores, a menudo están agregados en los denominados centros de datos. En los centros de datos, es común almacenar un equipo de este tipo en bastidores. Para permitir un mantenimiento fácil de los bastidores, a menudo los bastidores están colocados en filas. Entre dos filas adyacentes, está definido un pasillo para permitir de ese modo al personal de mantenimiento el acceso al equipo con el propósito de la instalación, mantenimiento y extracción.

15 La mayor parte del equipo alojado en el interior de los bastidores consume suficiente energía eléctrica como para calentar el ambiente. Como siempre, existe un límite térmico en el cual el equipo puede funcionar, se tienen que adoptar medidas para mantener la temperatura de funcionamiento por debajo de un nivel crítico. Por ejemplo, muchos dispositivos eléctricos, tales como ordenadores están equipados con ventiladores o bien otros mecanismos de refrigeración interna. Estos mecanismos generan un flujo de un agente de refrigeración tal como, por ejemplo, aire del ambiente a través de los dispositivos para la refrigeración de los componentes electrónicos internos.

20 Sin embargo, y en particular cuando los dispositivos eléctricos están empaquetados de forma compacta en bastidores, el efecto de refrigeración del aire del ambiente a menudo no es suficiente. Además, el aire del ambiente tiende a calentarse en los centros de datos y este hecho adicionalmente reduce el rendimiento de la refrigeración. Un enfoque para combatir el calentamiento del aire del ambiente es la instalación de sistemas de control de la climatización en los centros de datos. Los sistemas de climatización están configurados para controlar los parámetros ambientales tales como la temperatura y la humedad del aire en el interior de los centros de datos.

25 Se ha observado que en muchos centros de datos el flujo alrededor y en el interior de los bastidores de aire refrigerado o deshumidificado generado por los sistemas de control de climatización es más o menos arbitrario. Esto resulta en un pobre rendimiento de la refrigeración. En otras palabras, los sistemas de control de la climatización consumen más energía eléctrica de la realmente necesaria.

30 Para incrementar el rendimiento de la refrigeración, se han propuesto diversas técnicas para concentrar y dirigir un flujo de un agente de refrigeración hacia los bastidores. A este respecto, la patente US nº 6.672.955 B2 enseña un sistema de gestión del flujo de aire en el que los pasillos definidos por dos filas adyacentes de bastidores están cubiertos en un extremo superior. Este enfoque de la cubierta evita que el agente de refrigeración suministrado a través del suelo del pasillo se salga del pasillo en la dirección hacia arriba. Como otro ejemplo, el documento WO 2006/124240 A2 propone deflectores y puertas para evitar que el aire del ambiente entre lateralmente en el pasillo. Por lo tanto, se evitará una mezcla del aire del ambiente con el agente de refrigeración (el cual es suministrado otra vez a través del suelo del pasillo) y el rendimiento de la refrigeración por lo tanto se incrementa. Todavía como un ejemplo adicional, el documento US 2005/0099770 A1 enseña encerrar completamente el pasillo y suministrar el agente de refrigeración desde el exterior a través de los bastidores. Según este enfoque, el agente de refrigeración calentado es recogido en el pasillo cerrado y puede ser fácilmente extraído sin que se mezcle con el agente de refrigeración.

35 El documento WO 2006/124240 A da a conocer un sistema de bastidores que comprende una pluralidad de bastidores colocados para formar un pasillo entre ellos. En un extremo superior del pasillo están previstos unos deflectores los cuales definen una abertura sustancial entre ellos. Los deflectores evitan la mezcla de aire frío distribuido por un sistema de refrigeración de aire y aire caliente que escapa del equipo electrónico. Al mismo tiempo, la abertura entre los deflectores permite que infraestructura para el centro de datos tal como por ejemplo los sistemas de iluminación y extinción de incendios entren en el pasillo. El documento US 2006/139877 A da a conocer un sistema de bastidores comparable al del documento WO 2006/124240 A. El documento US 2003/050003 A1 y el documento US 2005/099770 A1 revelan sistemas de bastidores en los que los pasillos están completamente sellados.

**SUMARIO**

40 Existe la necesidad de proporcionar un sistema de bastidores mejorado y una técnica para mantener un estado de climatización que prevalezca en el interior de un pasillo definido por una pluralidad de bastidores que constituyen el sistema de bastidores. Además, existe la necesidad de controlar eficazmente los parámetros del agente de refrigeración.

45 Según un aspecto, se provee un sistema de bastidores que comprende una pluralidad de bastidores colocados para formar por lo menos un pasillo entre ellos, en el que el pasillo está sellado de tal modo que esencialmente todo el agente de refrigeración en forma de aire suministrado al pasillo pasa a través de los bastidores y en el que el extremo superior del pasillo está sellado por un elemento de recubrimiento; por lo menos una abertura de

purga para capacitar la fuga del agente de refrigeración fuera del pasillo, en el que la abertura de purga está colocada en el extremo superior del pasillo y en el que el tamaño de la abertura de purga es menor comparado con el tamaño del elemento de recubrimiento. La abertura de purga puede tener cualquier forma, tal como un conducto, un taladro o una abertura, etcétera. Además, la abertura de purga puede estar parcialmente cubierta, por ejemplo por una malla o rejilla.

5 Según una primera variante, los bastidores son conforme a una norma industrial aplicable. Una norma industrial ejemplar especifica un ancho del bastidor de 19 pulgadas y una altura del bastidor de un cierto número de unidades de altura previamente definidas, con una unidad de altura equivaliendo a 1,75 pulgadas. En otras variantes, los bastidores pueden tener dimensiones a medida. La pluralidad de bastidores en el sistema de bastidores puede tener cada uno de ellos la misma altura, ancho y profundidad. Cada uno de los bastidores puede tener un lado de suministro para el suministro del agente de refrigeración al bastidor y un lado de extracción opuesto al lado del suministro para la extracción del agente de refrigeración del bastidor. En una variación, los lados de suministro de los bastidores están colocados encarados al interior del pasillo.

10 La abertura de purga puede estar dimensionada para permitir que un volumen de agente de refrigeración calentado en el interior del pasillo fugue fuera del pasillo. Al mismo tiempo, la abertura de purga puede ser suficientemente pequeña como para evitar que el aire del ambiente entre en el pasillo. Evitar que el aire del ambiente entre en el pasillo puede ser ayudado manteniendo el interior del pasillo a una presión positiva con respecto al ambiente del pasillo.

15 El tamaño abertura de purga puede ser ajustable. El ajuste puede incluir un cierre completo de la abertura de purga. Para los propósitos de ajuste, puede estar provisto un mecanismo de ajuste que se pueda accionar manualmente o automático. El mecanismo de ajuste automático puede comprender un actuador (que incluye, por ejemplo, un motor eléctrico y un engranaje). En una variante, el actuador está configurado para ajustar el tamaño de la abertura de purga sensible a por lo menos a un estado de climatización del clima del sistema de bastidores (por ejemplo, una señal de temperatura indicativa de la temperatura del agente en el extremo superior del pasillo) y una señal de ocupación indicativa de la ocupación de los bastidores con equipo eléctricamente accionado.

20 El sistema comprende un elemento de recubrimiento que sella el pasillo en el extremo superior del mismo. El elemento de recubrimiento puede ser transparente de modo que la luz desde la iluminación del exterior pueda entrar en el pasillo. Además, el elemento de recubrimiento puede incluir o estar separado de los bastidores mediante elementos de distancia y generalmente no son permeables para el agente. En una ejecución, el por lo menos una abertura de purga está acomodada en por lo menos uno del elemento de recubrimiento y los elementos de distancia. El tamaño de la abertura de purga (o el tamaño combinado de una pluralidad de aberturas de purga provistas para el pasillo) es pequeño comparado con el tamaño del elemento de recubrimiento. De este modo, el aire del ambiente por ejemplo se puede evitar que entre en el pasillo. En un escenario, el tamaño de la abertura de purga (por ejemplo, el diámetro abierto o la sección transversal de la abertura de purga) es inferior a un décimo o una centésima del tamaño (por ejemplo, el área de la superficie total) del elemento de recubrimiento.

25 El sistema también puede comprender un transportador del agente (tal como, por ejemplo, un ventilador) colocado en la abertura de purga. Además, puede estar provisto un controlador para controlar el transportador del agente. El controlador puede ser sensible a por lo menos una de una señal indicativa de la temperatura de una temperatura del agente en el extremo superior del pasillo y una señal de ocupación indicativa de una ocupación de los bastidores con equipo eléctricamente accionado.

30 Un primer sensor puede estar provisto para la determinación de una dirección del flujo del agente a través de la abertura de purga. El primer sensor preferentemente está colocado en la proximidad de la abertura de purga. En el caso del sistema de bastidores que comprende múltiples aberturas de purga, puede estar previsto un primer sensor dedicado para cada abertura de purga.

35 El primer sensor puede estar colocado en cualquier posición adecuada para la determinación de una dirección del flujo del agente a través de la abertura de purga. El primer sensor puede estar colocado, por ejemplo, cerca de o en la abertura de purga. El primer sensor puede ser cualquier sensor capaz de determinar la dirección del flujo del agente. Como un ejemplo, el primer sensor puede seleccionarse a partir de la unidad que comprende un sensor de la temperatura, una hélice aérea y un conmutador con vela. El sensor de la temperatura puede funcionar, por ejemplo, bajo el principio de que la temperatura en la proximidad de la abertura de purga sea inferior cuando el agente de refrigeración fluye a través de la abertura de purga fuera del pasillo comparado con la situación, en la que un aire del ambiente (típicamente más caliente) fluye a través de la abertura de purga al interior del pasillo. Una hélice aérea indica la dirección del flujo que gira en una dirección que corresponde a la dirección del flujo de un agente que actúa sobre la hélice aérea. Con respecto al conmutador con vela, la vela puede estar colocada para cazar algo del agente y girar en una dirección que corresponda a la dirección de flujo del agente, de modo que accione el conmutador. En otros casos, el primer sensor puede estar configurado para comparar los parámetros del agente en lados opuestos de la abertura de purga. Dichos parámetros del agente pueden incluir la temperatura y la presión.

40 Por consiguiente, el primer sensor puede comprender dos o más componentes individuales del sensor.

45 El sistema puede comprender un mecanismo de control adaptado para controlar por lo menos un parámetro del agente de refrigeración suministrado al pasillo dependiente de una señal generada por el primer sensor. Dicho por lo menos un parámetro del agente de refrigeración controlado por el mecanismo de control se puede seleccionar a

partir de la unidad que comprende la temperatura, la humedad y el caudal del agente de refrigeración. En algunos casos, puede ser útil controlar por lo menos dos de estos parámetros o los tres. Además, uno o dos de estos parámetros también puede ser controlado independientemente a partir de la señal generada por el primer sensor (por ejemplo, sensible a una señal generada por un segundo sensor). Puesto que existe una relación física entre la temperatura y la humedad del agente de refrigeración, el control de un parámetro (tal como por ejemplo la temperatura) puede al mismo tiempo resultar en un control de acompañamiento del segundo parámetro (tal como la humedad).

A continuación, se describirán con más detalle diversas formas de realización y componentes del mecanismo de control para controlar uno o más parámetros del agente de refrigeración. Por ejemplo, por lo menos un transportador puede estar previsto para transportar el agente de refrigeración al interior del pasillo. Dicho por lo menos un transportador puede estar colocado en una dirección del flujo del agente de refrigeración aguas arriba o aguas abajo del pasillo. En un escenario aguas arriba, el transportador, por lo tanto, empujará al agente de refrigeración al interior del pasillo y en un escenario aguas abajo el transportador succionará el agente de refrigeración fuera del pasillo.

El transportador puede estar adaptado para influir (por ejemplo, controlar) un caudal del agente de refrigeración suministrado al pasillo dependiente de una señal generada por el primer sensor. El transportador adicionalmente puede estar adaptado para influir en el caudal dependiente de las señales de uno o más sensores adicionales o alternativos. El transportador puede comprender, por ejemplo, un ventilador provisto de una velocidad ajustable.

El sistema puede comprender adicionalmente por lo menos una unidad de control de la climatización para influir (por ejemplo, para controlar) por lo menos una de la temperatura y la humedad del agente de refrigeración suministrado al pasillo. Según una primera variante, el transportador está colocado con la unidad de control de la climatización (por ejemplo, en un único alojamiento). Según una segunda variante, el transportador está colocado alejado de la unidad de control de la climatización.

Dicha por lo menos una unidad de control de la climatización puede estar adaptada para controlar por lo menos una de entre la temperatura y la humedad del agente de refrigeración dependiente de una señal generada por el primer sensor. Adicionalmente, o en una alternativa, un control de este tipo se puede basar en señales generadas por uno o más segundos sensores.

Como ha sido mencionado anteriormente en la presente memoria, uno o más segundos sensores pueden estar provistos además del primer sensor. Por consiguiente, por lo menos uno de entre el mecanismo de control, el transportador y la unidad de control de la climatización puede adicionalmente, o alternativamente, ser controlada dependiente de una señal generada por el segundo sensor. El segundo sensor puede estar colocado a una distancia desde por lo menos uno de la abertura de purga y del primer sensor. En una variante, el segundo sensor está colocado alejado de la pluralidad de bastidores. Por ejemplo, el segundo sensor puede estar colocado en la proximidad de la unidad de control de la climatización o el transportador. En una situación de este tipo, el segundo sensor puede estar configurado para determinar los parámetros del agente antes de que el agente entre en la unidad de control de la climatización o el transportador.

En una ejecución, el sistema comprende una pluralidad de primeros sensores o una pluralidad de segundos sensores así como una unidad de control maestra conectada a por lo menos uno de entre la pluralidad de primeros sensores y de la pluralidad de segundos sensores. La unidad de control maestro está configurada para controlar por lo menos uno del transportador (por ejemplo, sensible a las señales de por lo menos los primeros sensores) y de la unidad de control de la climatización (por ejemplo, sensible a las señales de por lo menos los segundos sensores).

En el caso de que una pluralidad esté prevista de unos primeros sensores, varios primeros sensores (y varias aberturas de purga) pueden estar asociados con cada pasillo. Además, en el caso en el que la pluralidad de bastidores estén colocados para formar varios pasillos, por lo menos un primer sensor (y por lo menos una abertura de purga) puede estar asociado con cada pasillo. El funcionamiento de la unidad maestra en las configuraciones de este tipo puede ser sensible a una señal provista por el primer sensor que detecta el flujo del agente o el estado de la climatización menos favorable. En el caso en el que los primeros sensores estén configurados como sensores de temperatura, el flujo del agente menos favorable puede ser detectado por el primer sensor particular que detecta la temperatura más alta.

El sistema puede estar configurado de tal modo que se cree una trayectoria de circulación del agente. La trayectoria de circulación del agente puede incluir uno o más pasillos, dicha por lo menos una unidad de control de la climatización y dicho por lo menos un transportador. En un escenario de este tipo, el uno o más segundos sensores pueden estar colocados en diversas ubicaciones a lo largo y adyacentes a trayectoria de circulación. Por ejemplo, dicho por lo menos un segundo sensor puede estar situado en una posición aguas abajo y próximo a por lo menos un transportador, en una posición en la proximidad de dicha por lo menos una unidad de control de la climatización o en la trayectoria del flujo entre dicha por lo menos una unidad de control de la climatización y dicho por lo menos un pasillo.

Dicha por lo menos una unidad de control de la climatización o dicho por lo menos un transportador puede comprender cada uno de ellos una unidad de control esclavo conectada a la unidad de control maestro. La unidad de control esclavo puede estar adaptada para comunicar con la unidad de control maestro y aceptar mandatos de control desde la unidad de control maestro. En una forma de realización, la unidad de control esclavo está configurada para controlar por lo menos uno de entre, la temperatura del agente de refrigeración (a través de por lo menos una unidad

de control de la climatización) y el caudal del agente de refrigeración (a través del por lo menos un transportador).

El sistema puede comprender además uno o más elementos de terminación que sellan el pasillo en uno o más extremos laterales del mismo. Uno o más de los extremos laterales puede también estar cerrado por bastidores. Los elementos de terminación pueden comprender puertas que permitan que el personal de servicio entre y salga del pasillo. Las puertas pueden ser de material transparente o bien opaco y configuradas como puertas correderas o oscilantes. En una variante, las puertas son puertas oscilantes que pueden ser abiertas hasta 180° para formar parte de una ruta de escape para el personal de servicio.

En todavía una ejecución adicional, el sistema comprende una o más rejillas para el suministro del agente de refrigeración al pasillo. Las rejillas pueden estar colocadas, por ejemplo, en el extremo superior si el agente de refrigeración es suministrado desde arriba (por ejemplo, en el interior de un elemento de recubrimiento del pasillo) o en el suelo del pasillo si el agente de refrigeración es suministrado desde abajo. Para incrementar la permeabilidad de cada rejilla para el agente de refrigeración, por lo menos el 70% y preferentemente más del 80% (por ejemplo, el 90% o más) del área de la superficie de la rejilla es permeable al agente de refrigeración. En una variante, la rejilla está colocada en el suelo del pasillo y configurada de tal modo que el personal de servicio puede andar sobre la rejilla.

El sistema también puede comprender un conducto configurado para suministrar el agente de refrigeración al interior del pasillo. El conducto puede estar situado esencialmente por encima o por debajo de la pluralidad de bastidores. El conducto puede estar definido por un plano inferior y uno superior, en el que el plano superior define un suelo en el cual se colocan los bastidores. La distancia entre el plano inferior y el plano superior puede estar por ejemplo comprendido entre 150 mm y 1200 mm.

Una parte del espacio entre el plano inferior y el plano superior del conducto puede estar ocupado por líneas de aprovisionamiento que incluyen líneas de potencia, líneas de comunicación (por ejemplo, líneas a partir de cables o de fibra óptica), así como líneas de suministro y extracción para agentes fluidos tales como líquidos o gases. En la proximidad de los bastidores, las líneas de aprovisionamiento se pueden extender a través del plano superior y en el interior de los bastidores o el pasillo. Las ubicaciones en las que las líneas de aprovisionamiento perforan el plano superior pueden ser selladas utilizando, por ejemplo, tiras de cepillo o medios similares.

El conducto puede ser parte de la trayectoria de circulación del agente. Por ejemplo, el conducto puede esencialmente extenderse entre dicha por lo menos una unidad de control de la climatización o dicho por lo menos un transportador por una parte y el pasillo por la otra parte. Dependiendo de si el agente de refrigeración se suministra al pasillo desde arriba o desde abajo, el conductor tanto se puede extender (por lo menos parcialmente) por encima del pasillo como por debajo del pasillo. Además, el conducto puede estar configurado de tal modo que el agente de refrigeración sea suministrado a una pluralidad de pasillos simultáneamente.

Cada uno de los bastidores puede comprender uno o más espacio de montaje para acomodar la carga útil. Los espacios de montaje que no están ocupados por una carga útil pueden ser sellados (por ejemplo, mediante paneles de cierre) para evitar un flujo significativo de aire del ambiente al interior del pasillo o una fuga significativa de agente de refrigeración fuera del pasillo. Se debe observar que generalmente no se requiere un cierre hermético del 100%, pero cualquier fuga típicamente degradará el rendimiento de la refrigeración global del sistema.

La carga útil situada en los espacios de montaje puede comprender equipo eléctricamente accionado. Un equipo de este tipo puede comprender ordenadores (por ejemplo, servidores), dispositivos de almacenaje en masa, unidades de procesamiento, elementos de red tales como conmutadores, nodos de conexiones, enrutadores, etcétera. La carga útil y en particular el equipo accionado eléctricamente puede comprender un transportador privado del agente (por ejemplo, un ventilador interno) para transportar agente de refrigeración desde el lado del suministro al lado de la extracción del bastidor. En una instalación, toda la carga útil en el interior de un bastidor está colocada de tal modo que los lados del suministro de los transportadores privados del agente acoplan el lado del suministro del bastidor y los lados de extracción de los transportadores privados del agente acoplan el lado de la extracción del bastidor.

Cada artículo de carga útil puede comprender un controlador para controlar el transportador privado del agente (por ejemplo, sobre la base de los parámetros de la carga útil tales como las lecturas del sensor o un estado determinado de la carga útil). Cada artículo de carga útil puede comprender además un mecanismo de comunicación para el intercambio de información sobre su estado interno y el comportamiento y el punto de funcionamiento actual de su transportador privado del agente con otros dispositivos. Otros dispositivos de este tipo pueden incluir dicha unidad de control maestro, dicho por lo menos un transportador para transportar el agente de refrigeración al interior del pasillo y dicha por lo menos una unidad de control de la climatización.

El sistema puede comprender asimismo un alojamiento en el cual está colocado el pasillo. El alojamiento puede estar adaptado para cerrar la trayectoria de circulación del agente de refrigeración. El alojamiento puede comprender el suelo, el techo y las paredes de una sala de un centro de datos. En una realización, dicho por lo menos un transportador o dicha por lo menos una unidad de control de la climatización están situados en el interior o en la proximidad del alojamiento. La unidad de control de la climatización, por supuesto, también puede estar situada fuera del alojamiento. En este caso, pueden estar previstos unos conductos adicionales para permitir un flujo del aire del ambiente desde el alojamiento hasta la unidad de control de la climatización y un flujo de vuelta del agente de refrigeración (por ejemplo, del aire del ambiente enfriado). Similar a la unidad de control de la climatización, dicho por lo menos un transportador para transportar el agente de refrigeración al interior del pasillo igualmente puede estar

colocado tanto en el interior como fuera del alojamiento.

La unidad de control de la climatización puede estar alimentada por el aire del ambiente (incluyendo, en el caso de una trayectoria de circulación cerrada, el agente de refrigeración calentado que sale de los bastidores), realizar un control de la climatización en el aire del ambiente de modo que convierta el aire del ambiente en el agente de refrigeración y hacer avanzar el agente de refrigeración (con la ayuda del por lo menos un transportador) a través del conducto hacia el pasillo. De este modo, se puede establecer la trayectoria de circulación cerrada.

Según un aspecto adicional, se provee un procedimiento para mantener un estado de climatización de un sistema de bastidores que comprende una pluralidad de bastidores colocados para formar un pasillo entre ellos. El procedimiento comprende suministrar un agente de refrigeración en forma de aire en el interior del pasillo, en el que el pasillo está sellado de tal modo que esencialmente todo el agente de refrigeración suministrado al pasillo pasa hacia los bastidores y en el que un extremo superior del pasillo está sellado mediante un elemento de recubrimiento y proporcionando por lo menos una abertura de purga que permite la purga del agente de refrigeración fuera del pasillo, en el que la abertura de purga está colocada en un extremo superior del pasillo y en el que el tamaño del agujero de fuga es pequeño comparado con el tamaño del elemento de recubrimiento.

El procedimiento puede comprender además del ajuste del tamaño (por ejemplo, la sección transversal abierta o el diámetro) de la abertura de purga. El ajuste se puede realizar dependiendo del volumen del agente de refrigeración que se ha calentado interiormente dentro del pasillo. En un ejemplo, el tamaño de la abertura de purga se ajusta de forma sensible a por lo menos una de ambas, de la temperatura del agente en el extremo superior del pasillo y de la ocupación de los bastidores con equipo eléctricamente accionado.

El procedimiento además puede comprender el control de por lo menos un parámetro del agente de refrigeración suministrado al pasillo dependiendo de la dirección del flujo del agente a través de la abertura de purga. Dicho por lo menos un parámetro se puede seleccionar a partir de una unidad que comprende la temperatura, la humedad y el caudal del agente de refrigeración.

#### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

A continuación, se describirán ventajas y detalles adicionales de la presente invención haciendo referencia a los dibujos, en los cuales:

la figura 1 muestra una vista en perspectiva de una forma de realización de un sistema de bastidores;

la figura 2 muestra una vista esquemática de la recogida de aire del ambiente caliente y su purga fuera de una abertura de purga para las formas de realización del sistema de bastidores de la figura 1;

la figura 3 muestra un diagrama esquemático de una forma de realización del procedimiento;

la figura 4 muestra un diagrama que ilustra una relación entre el tamaño de una abertura de purga y la ocupación de un sistema de bastidores con equipo eléctricamente accionado;

la figura 5 muestra una primera forma de realización de una abertura de purga;

la figura 6 muestra una segunda forma de realización de una abertura de purga con un sensor de la temperatura colocado conjuntamente;

la figura 7 muestra una forma de realización de una distribución en planta del control de un sistema de bastidores;

la figura 8 muestra una vista superior de un centro de datos que comprende un sistema de bastidores de múltiples pasillos;

las figuras 9a y 9b muestran dos bastidores de servidores ejemplificativos que pueden ser utilizados para realizar una forma de realización de un sistema de bastidores;

la figura 10 muestra una fotografía de un pasillo que incluye una rejilla del suelo y dos filas paralelas de bastidores;

la figura 11 muestra una distribución en planta de un sistema de bastidores sin separación de los pasillos frío y caliente;

la figura 12 muestra otra distribución en planta del sistema de bastidores sin separación de los pasillos frío y caliente; y

la figura 13 muestra un diagrama que ilustra los resultados de una prueba de carga.

#### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de una forma de realización de un sistema de bastidores 100. El sistema de bastidores 100 está alojado en una sala de un centro de datos (no representada) que adicionalmente puede contener sistemas de bastidores adicionales.

El sistema de bastidores 100 comprende una pluralidad de bastidores individuales 105. Los bastidores 105 están colocados "frente a frente" en dos filas paralelas 110, 115 de tal modo que entre ellos se forma un pasillo 120. En la forma de realización representada en la figura 1, cada fila 110, 115 de bastidores 105 está encerrada asimismo por un respectivo armario 125, 130.

5 Los bastidores individuales 105 definen unos espacios de montaje para equipo eléctricamente accionado (no representado). En la presente forma de realización, el equipo eléctricamente accionado comprende unos servidores de ordenador y unos dispositivos de almacenaje en masa con transportadores privados internos del agente (tal como por ejemplo ventiladores) para propulsar un agente de refrigeración a través del chasis de los mismos. El equipo eléctricamente accionado está colocado en los bastidores 105, de tal modo que el lado del suministro del agente de cada artículo de equipo eléctricamente accionado esté enfrentado al pasillo 120 y el lado de extracción del agente está encarado en el sentido opuesto. Los lados de suministro del agente y los lados de extracción del agente del equipo eléctricamente accionado definen de ese modo los lados de suministro del agente y los lados de extracción del agente de los bastidores individuales 105.

10 Como se representa en la figura 1, el pasillo 120 está sellado de tal manera que esencialmente todo el agente de refrigeración suministrado al pasillo 120 pasa a través de los bastidores 105. Dicho de otro modo, se evita sustancialmente que el agente de refrigeración salga del pasillo 120 en otras direcciones diferentes de a través de los bastidores 105. Las partes de los bastidores no ocupadas por el equipo eléctricamente accionado pueden estar selladas utilizando, por ejemplo, unos paneles de cierre. Se debe observar a este respecto que no se requiere un cierre hermético completo del pasillo 120 (tampoco es técnicamente posible con unos esfuerzos técnicos razonables). Dicho de otro modo, una cierta fuga del agente de refrigeración en muchos casos será tolerable en tanto en cuanto la fuga no degrade sustancialmente el rendimiento de la refrigeración.

15 En la forma de realización representada en la figura 1, están previstos varios elementos de sellado para encerrar el pasillo 120 en las partes del pasillo no limitadas por los armarios de los bastidores 125, 130 que alojan los bastidores 105. Específicamente, un elemento de recubrimiento 135 cierra herméticamente el pasillo 120 en un extremo superior del mismo. El elemento de recubrimiento 120 está fabricado a partir de un material transparente tal como por ejemplo vidrio acrílico y permite que la luz desde la iluminación del centro de datos entre en el pasillo 120. El elemento de recubrimiento 135 comprende unos elementos de distancia laterales 140, 145, de modo que el plano definido por el elemento de recubrimiento 120 esté separado del plano definido por las superficies superiores de los dos armarios 125, 130.

20 Los elementos de sellado que encierran el pasillo 120 comprenden asimismo dos elementos de terminación laterales 150, 155. Los elementos de terminación 150, 155 están configurados como puertas oscilantes que permiten que el personal de servicio entre y salga del pasillo 120. Se debe observar que uno de los elementos de terminación laterales 150, 155 puede ser sustituido por un armario que aloje uno o más bastidores adicionales 105. Además, también pueden ser utilizadas construcciones alternativas de la puerta tal como puertas correderas.

25 El agente de refrigeración tal como aire está provisto al pasillo 120 a través del suelo del pasillo, esto es desde la parte inferior. A este respecto, está previsto un sistema de suelo elevado 160. El sistema de suelo elevado 160 define un conducto 165 entre un plano inferior 170 y un plano superior 175 del sistema de suelo elevado 160. Como se representa en la figura 1, los armarios de los bastidores 125, 130 y el pasillo 120 definido entre ellos están colocados en el plano superior 175.

30 El plano superior 175 del sistema de suelo elevado 160 incluye una pluralidad de aberturas (no representadas en la figura 1) para conectar de forma fluida el pasillo 120 al conducto 165. Un agente de refrigeración alimentado al interior del conducto 165 como se ilustra mediante las flechas 180 puede, por lo tanto, entrar en el pasillo 120 a través de su suelo. Debido a los elementos de sellado que encierran el pasillo 120, el agente de refrigeración que entra en el pasillo 120 puede dejar el pasillo 120 únicamente a través de los bastidores 105 como se indica mediante las flechas 185. En particular, los transportadores privados del agente del equipo eléctricamente accionado situados en los espacios de montaje de los bastidores 105 transportan o impulsan el agente de refrigeración para que entre en el pasillo 120 a través de los bastidores 105. El agente de refrigeración transferido de ese modo a través de los bastidores 105 es calentado por el calor disipado por el equipo electrónicamente accionado y deja los bastidores 105 tal como se indica mediante las flechas 190.

35 La trayectoria del agente de refrigeración calentado que sale de los bastidores 105 se puede cerrar enfriando (y opcionalmente deshumedeciendo) el agente de refrigeración calentado que deja los bastidores 105 y mediante la alimentación del agente enfriado (y, opcionalmente deshumidificado) otra vez al interior del conducto 165. Se debe observar que en otras formas de realización, la trayectoria del flujo del agente no necesita estar cerrada en el interior del centro de datos. En dichas formas de realización el agente de refrigeración calentado que deja los bastidores 105 simplemente puede ser transportado fuera del centro de datos al medio ambiente.

40 Es evidente que los parámetros del agente de refrigeración suministrado a través del conducto 165 tienen estar estrechamente controlados para asegurarse de que el calor generado por el equipo eléctricamente accionado puede ser disipado de forma eficaz, evitando cualquier creación de calor indeseable en el interior de los bastidores 105. Por otra parte, es evidente que un ajuste excesivo de los parámetros del agente de refrigeración (por ejemplo, un enfriamiento excesivo) se debe evitar para incrementar el rendimiento energético.

Para controlar eficazmente uno o más parámetros del agente de refrigeración suministrado al pasillo 120, una instalación de detección 195 (únicamente representada esquemáticamente en la figura 1) está prevista en el extremo superior del pasillo 120. La instalación de detección 195 comprende una abertura de purga 195A en el elemento de distancia 145 junto con un sensor (no representado en la figura 1) colocado cerca de la abertura de purga 195A.

Adicionalmente, una abertura de purga adicional 197 (únicamente representada esquemáticamente en la figura 1) está provista en el elemento de distancia 145 para el propósito específico de capacitar la purga de agente de refrigeración interiormente calentado dentro del pasillo 120 al ambiente. La abertura de purga 195A de la instalación de detección 195 puede no ayudar, sólo parcialmente o completamente, a este propósito. Una de las dos aberturas de purga 195A, 197 se puede omitir y las dos aberturas de purga 195A, 197 pueden tener el mismo tamaño o tamaños diferentes. Una o más aberturas adicionales pueden estar provistas como se necesite. Preferentemente, las múltiples aberturas de purga están uniformemente distribuidas en el extremo superior del pasillo 120.

Las aberturas de purga 195A, 197 ilustradas en la figura 1 pueden presentar un diámetro fijo o ajustable variando por ejemplo en cualquier tamaño entre cero (por ejemplo, un estado completamente cerrado) o un tamaño inferior pequeño (por ejemplo, de 10 cm<sup>2</sup>) y un tamaño máximo de, por ejemplo, 500 cm<sup>2</sup> (por ejemplo, cada una de las aberturas de purga 195A, 197 puede tener un tamaño cualquiera entre 80 cm<sup>2</sup> y 200 cm<sup>2</sup>). Dependiendo de la diferencia de presión entre el ambiente del pasillo 120 y el pasillo 120, el agente de refrigeración dejará el pasillo 120 a través de las aberturas de purga 195A, 197 (lo cual generalmente es el modo de funcionamiento deseado), y el aire del ambiente entrará en el pasillo 120 a través de las aberturas de purga 195A, 197.

A continuación, se describirán con mayor detalle las consideraciones que subyacen en las aberturas de purga 195A, 197 con referencia al diagrama esquemático de la figura 2 y el cuadro de flujo 300 de la figura 3. Los mismos números de referencia de la figura 1 se utilizarán para designar los mismos elementos o similares en la figura 2.

En una primera etapa 302, un agente de refrigeración es suministrado al interior del pasillo 120, en donde el pasillo está sellado de tal modo que esencialmente todo el agente de refrigeración suministrado al pasillo pasa a través de los bastidores 105 (esto es, a través del equipo eléctricamente accionado funcionando colocado en los bastidores y que requiere refrigeración). El pasillo 120 lleno de este modo con el agente de refrigeración generalmente está separado del ambiente más caliente por los bastidores 105, el chasis del equipo eléctricamente accionado 194 y paneles de cierre opcionales montados en los bastidores 105. Todos estos elementos están generalmente fabricados a partir de metal, el cual es un excelente conductor del calor. Por consiguiente, el calor del ambiente será transferido a través de estos elementos al agente de refrigeración en el interior del pasillo 120. Como resultado, el agente de refrigeración en contacto con estos elementos se calentará en el interior del pasillo 120 y la parte calentada del agente de refrigeración en el interior del pasillo 120 fluirá hacia la parte superior del pasillo 120 tal como se indica mediante las flechas 198 en la figura 2.

El agente de refrigeración calentado se acumulará en el extremo superior del pasillo 120. La capa resultante de agente de refrigeración calentado se identifica en la figura 2 mediante el número de referencia 199. En ciertas situaciones funcionales, la capa 199 puede alcanzar un grosor que se extienda hasta el equipo eléctricamente accionado de más arriba 194. Como consecuencia, este equipo 194 estará alimentado con el agente de refrigeración calentado incluido en la capa 199, en lugar de con el agente de refrigeración fresco que sale de las aberturas 255 provistas en el suelo del pasillo 120 y el rendimiento de la refrigeración disminuirá.

Para evitar la creación de una capa 199 de agente de refrigeración calentado, las aberturas de purga 195A, 197 (únicamente ilustradas esquemáticamente en la figura 2) están provistas en el extremo superior del pasillo 120. Las aberturas de purga 195A, 197 permiten que el agente de refrigeración calentado deje el pasillo 120 sin acumularse en el extremo superior del pasillo 120 (véase, la etapa 304 en la figura 3). El rendimiento de la refrigeración global se puede incrementar de ese modo. Esta purga ventajosa del agente de refrigeración calentado fuera del pasillo 120 puede ser ayudada manteniendo una cierta presión positiva en el interior del pasillo 120 con respecto al ambiente como se explicará a continuación haciendo referencia a la figura 7.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 2, se ha observado que la creación de la capa 199 de agente de refrigeración calentado se convierte más pronunciada en situaciones funcionales en las cuales los bastidores 105 están sólo parcialmente ocupados con equipo eléctricamente accionado (incluyendo el caso en el cual únicamente una parte del equipo eléctricamente accionado está funcionando). Por esta razón, el tamaño de la abertura de purga (o el tamaño total de ambas aberturas de purga 195A y 197 representadas en las figuras 1 y 2) pueden ser ajustados manual o automáticamente dependiendo de la ocupación de los bastidores 105 con equipo eléctricamente accionado (funcionando) 194.

La figura 4 ilustra un diagrama que muestra una relación ejemplar entre el tamaño deseado (o área) de la abertura de purga en cm<sup>2</sup> por m<sup>3</sup> de volumen de pasillo. En el caso ejemplar de un pasillo provisto de un volumen de 9,6 m<sup>3</sup> y una ocupación con equipo eléctricamente accionado funcionando del 50%, el área de la abertura de purga se calcula por lo tanto para el que suma aproximadamente  $9,6 \times 34 \text{ cm}^2 = 326 \text{ cm}^2$ . En el escenario ilustrado en las figuras 1 y 2, el área calculada corresponde al tamaño combinado de ambas aberturas 195A y 197.

Como se representa en la figura 5, la abertura de purga 197 por ejemplo puede estar configurada como una abertura en el elemento de distancia 145. Una placa deslizante 197A está provista enfrente de esta abertura y puede ser desplazada tanto manualmente como utilizando un actuador eléctrico (no representado) para el ajuste del tamaño

de la abertura de purga 197. El tamaño de la abertura de purga 195A se puede ajustar de una manera similar utilizando una placa deslizante 195C como se representa en la figura 6.

La figura 6 ilustra adicionalmente la posición de un sensor 195B que pertenece a la instalación de detección 195 descrita antes en el contexto de la figura 1. La instalación de detección 195 se utiliza en el contexto del control de un parámetro del agente de refrigeración de tal modo que se pueda mantener una presión positiva en el interior del pasillo 120. Como se ha mencionado anteriormente en la presente memoria, una presión positiva ayuda a la transferencia del agente de refrigeración calentado a través de las aberturas de purga 195A, 197.

El funcionamiento de la instalación de detección en el contexto del mantenimiento de una presión positiva en el pasillo 120 se describirá ahora en el contexto del diagrama de control esquemático de la figura 7. Se debe observar que existen modos alternativos de garantizar una presión positiva en el interior del pasillo 120. En la forma de realización específica representada en la figura 7, los mismos números de referencia que en las figuras 1 y 2 se utilizarán para designar los mismos elementos o similares.

La forma de realización del control como se ilustra en la figura 7 se basa en una trayectoria de circulación cerrada del agente de refrigeración. La trayectoria de circulación cerrada comprende por lo menos una unidad de flujo descendente 205 colocada en el interior de la sala del centro de datos y también aloja el pasillo 120. En formas de realización alternativas, la unidad de flujo descendente 205 puede estar colocada fuera de esta sala con tal de que permanezca en comunicación fluida con la misma de una manera similar tal como se representa en la figura 7.

La unidad de flujo descendente 205 comprende dos componentes dedicados en un único alojamiento, esto es una unidad de control de la climatización 210 por una parte y un transportador del agente de refrigeración 215 por la otra parte. La unidad de control de la climatización 210 es un denominado refrigerador, que está fijado a un tubo de suministro de agua fría 220 y un tubo de extracción de agua caliente 225. El agua fría suministrada a través del tubo 220 puede tener una temperatura de aproximadamente 5 hasta 15 °C (por ejemplo, entre 11 y 13 °C). El agua caliente extraída a través del tubo 225 puede tener una temperatura de aproximadamente 12 hasta 22 °C (por ejemplo, entre 16 y 19 °C).

El aire del ambiente que pasa a través de la unidad de control de la climatización 210 es conducido al contacto térmico con el agua fría y de ese modo se enfría. Al mismo tiempo, el agua fría se calienta y se extrae de la unidad de control de la climatización de 210 a través del tubo de extracción del agua caliente 225. Opcionalmente, el aire del ambiente se somete adicionalmente a una etapa de deshumectación en la unidad de control de la climatización 210.

El transportador 215 transporta en el aire del ambiente enfriado como agente de refrigeración al interior del conducto 165. En la proximidad del punto en el que es alimentado el agente de refrigeración en el interior del conducto 165, está previsto un sensor de la temperatura 235 acoplado a una unidad de control 240. El sensor de la temperatura 235 está configurado para detectar la temperatura actual del agente de refrigeración. En la unidad de control 240, la temperatura actual del agente de refrigeración se compara entonces con un punto de referencia de la temperatura y una válvula de suministro de agua fría 245 colocada en el tubo de suministro del agua fría 220 se controla dependiendo del resultado de esta comparación.

La válvula de suministro del agua fría 245 controla el flujo de agua fría a través de la unidad de control de la climatización 210, de tal modo que la temperatura del agente detectada por el sensor 235 se aproxime o se iguale a un punto de referencia específico de la temperatura. Como se ilustra en la figura 7, la temperatura del agente de refrigeración que entra en el conducto 165 típicamente está establecida a un valor en la gama entre aproximadamente 18 y 26 °C (por ejemplo, a 20, 21, 22, 23 o 24 °C).

En la forma de realización ilustrada en la figura 7, el control de la temperatura del agente de refrigeración se realiza de forma autónoma. En otras palabras, la unidad de control 240 funciona únicamente sobre la señal generada por el sensor de la temperatura 235. En otras formas de realización, la unidad de control 240 adicionalmente, o en una alternativa, puede tener en cuenta las señales de uno o más sensores distintos representados en la figura 7 y descrito a continuación en la presente memoria.

Como ha sido mencionado anteriormente, el aire del ambiente enfriado por la unidad de control de la climatización 210 es propulsado por el transportador 215 al interior del conducto 165. El transportador 215 está configurado como un ventilador la velocidad del cual se puede controlar para ajustar el caudal (velocidad del agente) del agente de refrigeración suministrado al interior del conducto 165 bajo el control de una unidad de control dedicada 250. Durante el funcionamiento normal, el transportador 215 puede propulsar el agente de refrigeración a una velocidad de 1 a 3 m/s (por ejemplo, a aproximadamente 1,5 hasta 2,2 m/s).

Para conseguir un caudal deseado del agente de refrigeración, la velocidad requerida del agente depende de la altura del conducto 165 a lo largo del cual es propulsado el agente de refrigeración desde la unidad de flujo descendente 205 hasta el pasillo 120. Los valores de la velocidad del agente mencionados antes corresponden a una altura nominal del conducto de aproximadamente 400 hasta 600 mm. En casos de alturas menores de los conductos (de, por ejemplo, 150 mm), puede ser necesario incrementar la velocidad y en casos de alturas mayores de los conductos (de, por ejemplo, 800 mm), puede ser necesario reducir la velocidad. Generalmente, la velocidad del agente y la altura del conducto 165 se seleccionan de tal modo que la presión del agente en el interior del conducto 165 sea comparativamente baja, por ejemplo no superior a 20 Pa (por ejemplo, no superior a 10 Pa) sobre la presión del agente

en el interior del centro de datos fuera del pasillo 120.

Como se ilustra en la figura 7, el agente de refrigeración propulsado a través del conducto 165 (a una velocidad de aproximadamente 1,7 m/s y a una presión incrementada en menos de 10 Pa comparada con la presión en el interior del centro de datos) entra en el pasillo 120 a través de aberturas 255 en el plano del suelo superior 175. En el interior del pasillo 120, se puede mantener, por lo tanto, una temperatura del agente típicamente de 22 a 26 °C, la cual es significativamente inferior a la temperatura ambiente de 32 hasta 38 °C. Como se indica mediante las flechas en la figura 7, el agente de refrigeración que entra en el pasillo 120 será transportado por transportadores privados del agente del equipo eléctricamente accionado hacia el exterior del pasillo 120 y al mismo tiempo será calentado cuando absorba el calor en el interior del equipo eléctricamente accionado. El agente de refrigeración calentado constituye el medio del ambiente que fluirá de vuelta a la unidad de flujo descendente 205 estableciendo de este modo un circuito cerrado del flujo.

Haciendo referencia a la figura 7, la instalación de detección 195 comprende la abertura de purga 195A colocada en un extremo superior del pasillo 120 así como el sensor 195B colocado en la proximidad de la abertura de purga 195A. Mientras el sensor 195B está representado colocado en el interior del pasillo 120, el sensor 195B alternativamente puede estar colocado en el interior de la abertura de purga 195A o exterior al pasillo 120 pero lo suficientemente cerca de la abertura de purga 195A de modo que detecte el flujo del agente a través de la abertura de purga 195A. Mientras en la forma de realización ilustrada en la figura 7 el sensor 195B está configurado como un sensor de la temperatura, se apreciará que otros tipos de sensores capaces de determinar una dirección del flujo del agente a través de la abertura de purga 195A también pueden ser utilizados.

El sensor de la temperatura 195B está conectado a la unidad de control 250 asociada con el transportador 215. En otras palabras, una señal del sensor indicativa de una dirección del flujo del agente a través de la abertura de purga 195A se utiliza para controlar la velocidad (y por lo tanto el caudal) del agente de refrigeración de tal modo que se alimente el volumen apropiado de agente de refrigeración al pasillo 120. En un modo adicional, el transportador 215 adicionalmente puede estar controlado dependiendo de la señal de un sensor de la temperatura adicional (opcional) 260 colocado fuera del pasillo 120 y preferentemente cerca de una entrada de la unidad de flujo descendente 205.

A continuación, se describirá con mayor detalle el control del transportador 215 colocado en la unidad de flujo descendente 205. El funcionamiento del control con respecto al transportador 215 empieza con el suministro del agente de refrigeración al interior del pasillo 120. El agente de refrigeración llenará por lo tanto el pasillo 120 de este la parte inferior hasta que llegue al elemento de recubrimiento 135 (y por lo tanto al sensor de la temperatura 195B) y se crea una presión positiva en el interior del pasillo 120 con respecto al ambiente. Puesto que el pasillo 120 está sellado tanto lateralmente como en su parte superior (véase la figura 1), esencialmente todo el agente de refrigeración que entra en el pasillo 120 a través de la abertura 255 pasará a través de los bastidores 105 y por lo tanto puede ser utilizado para una disipación de calor eficaz dentro del equipo eléctricamente accionado montado en los bastidores 105 (cualquier purga de agente de refrigeración a través de las aberturas de purga 195A y 197 se puede despreciar en este caso).

Si el equipo en el interior de los bastidores 105 requiere disipar más calor (y por lo tanto requiere más refrigeración), los transportadores privados del equipo propulsarán más agente de refrigeración desde el pasillo 120 a través de los bastidores 105. Como resultado, la presión en el interior del pasillo 120 con respecto al ambiente caerá. Como consecuencia de esta caída de presión en el interior del pasillo 120, se creará una presión negativa desde la perspectiva del pasillo 120 y el aire del ambiente caliente será succionado a través de las aberturas de purga 195A y 197 al interior del pasillo 120. La dirección resultante del flujo del agente a través de la abertura de purga 195A puede ser detectada por el sensor de la temperatura 195B en forma de un incremento de la temperatura. En particular, el aire del ambiente succionado en el interior de la abertura de purga 195A y que pasa por el sensor de la temperatura 195B presenta una temperatura más alta que el entorno del agente de refrigeración que prevalece en la proximidad del sensor de la temperatura 195B antes de la caída de presión en el interior del pasillo 120.

La elevación de la temperatura en la ubicación del sensor de la temperatura 195B será detectada por la unidad de control 250 (por ejemplo, por comparación con un punto de referencia de la temperatura derivado del punto de referencia de la temperatura actual aplicada por la unidad de control 240) y puede ser interpretada como un requisito de más agente de refrigeración 120. Como resultado, la unidad de control 250 controla el transportador 215, de tal modo que la velocidad del agente (y por lo tanto el caudal) aumente. Por lo tanto, más agente de refrigeración por unidad de tiempo es impulsado a través del conducto 165. Debido a la caída de presión en el interior del pasillo 120 que resultó en la entrada del aire del ambiente a través de la abertura de purga 195A al interior del pasillo 120, más agente de refrigeración fluye en el interior del pasillo 120.

Una vez que ligeramente más agente de refrigeración es introducido en el interior del pasillo 120 por unidad de tiempo que es propulsado por los transportadores privados del agente a través de los bastidores 105 fuera del pasillo 120, el nivel del agente de refrigeración en el interior del pasillo 120 se elevará gradualmente otra vez hasta la posición del sensor de la temperatura 195B. Al mismo tiempo, la presión negativa entre el pasillo 120 y el ambiente disminuirá hasta que deje de ser succionado más aire del ambiente a través de la abertura de purga 195A al interior del pasillo 120 y finalmente se establecerá una presión positiva de modo que el agente de refrigeración calentado otra vez pueda dejar el pasillo a través de las aberturas de purga 195A, 197. En otras palabras, el sensor de la temperatura 195B eventualmente estará otra vez colocado en un entorno del agente de refrigeración y la caída de la temperatura resultante puede ser detectada por la unidad de control 250. Específicamente, la unidad de control 250 puede

determinar si es alimentado al interior del pasillo 120 suficiente agente de refrigeración y puede empezar a disminuir gradualmente la velocidad (y de ese modo el caudal) del agente de refrigeración a través del conducto 165 hasta que el punto de referencia específico de la temperatura asociado con el sensor de la temperatura 195B se vuelva a alcanzar otra vez. Este punto de referencia de la temperatura anterior puede ser de algunos grados Celsius (por ejemplo, de 1 a 8 °C) por encima de la temperatura promedio del agente de refrigeración que entra en el pasillo 120. Por ejemplo, el punto de referencia de la temperatura puede ser definido dinámicamente sobre la base de la temperatura del agente de refrigeración (como se mide mediante la temperatura 235) ajustada por la unidad de control 240. Un punto de referencia tiene la ventaja de que el escenario de control que puede ser implantado por la unidad de control 250 no está limitado a incrementar el caudal empezando a partir de un caudal nominal específico, sino que puede empezar con una reducción del caudal inicial. Por consiguiente, si el equipo eléctricamente accionado colocado en los bastidores tienen menos energía para disipar (y si sus transportadores privados del agente por lo tanto propulsan menos agente de refrigeración desde el pasillo 120 a través de los bastidores 105), la temperatura detectada por el sensor de la temperatura 195B puede caer con respecto al punto de referencia de la temperatura. Esta disminución de la temperatura puede ser interpretada por la unidad de control 250 como un exceso de en agente de refrigeración suministrado al pasillo 120 y la propulsión del agente de refrigeración en el interior del conducto 165 (esto es, la velocidad del agente) se puede reducir.

En un escenario de control opcional, la unidad de control 250 adicionalmente tiene en cuenta una señal generada por el sensor de la temperatura adicional 260 (si está presente) cuando controla el transportador 215. Específicamente, la unidad de control 250 puede controlar el transportador 215 sensible a una diferencia de temperatura entre la temperatura detectada por el sensor de la temperatura 260 por una parte y la temperatura detectada por el sensor de la temperatura 195B por la otra parte. Por ejemplo, la unidad de control 250 puede estar configurada para controlar el caudal del agente de refrigeración de tal modo que si una diferencia de temperatura previamente determinada entre las temperaturas medidas por los dos sensores de la temperatura 195B, 260, respectivamente, disminuye debido a que la temperatura detectada por el sensor de la temperatura 195B se eleva, el caudal de agente de refrigeración se aumenta y viceversa.

Aunque las formas de realización descritas anteriormente comprenden únicamente una instalación de detección individual 195, se apreciará que dos o más instalaciones de detección de este tipo 195 pueden estar colocadas en posiciones separadas en la parte superior del pasillo 120. En una situación de este tipo, el sensor de la temperatura 195B de cada instalación de detección 195 estará eléctricamente acoplado a la unidad de control 250. La unidad de control 250 puede realizar sus tareas de control sobre la base del valor más elevado de la temperatura detectada por cualquiera de los sensores de la temperatura 195B. Además, se apreciará que también el número de pasillos 120 acoplados al conducto 165 se puede incrementar como se requiera. A este respecto, se hace referencia a la distribución en planta del sistema de bastidores esquemático ilustrado en la figura 8. Otra vez, números de referencia idénticos se utilizarán para identificar los mismos componentes o similares. Según la distribución en planta del sistema de bastidores representada en la figura 8, están provistos cuatro pasillos paralelos 120, cada pasillo 120 estando definido por dos filas paralelas 110, 115 de bastidores (únicamente dos filas están indicadas específicamente en la figura 8). Los pasillos individuales 120 están todos acoplados al mismo conducto (véase el número de referencia 165 en las figuras 1 y 7). Cada fila 110, 115 de bastidores comprende tanto 9 como 10 unidades de bastidores. Cada pasillo 120 comprende por lo menos una instalación de detección 195.

Los pasillos 120 están provistos de un agente de refrigeración a partir de seis unidades de flujo descendente individuales 205. Una unidad de control maestro (no representada) es responsable de la gestión del conducto de flujo descendente y las seis unidades de flujo descendente 205 están conectadas como unidades esclavas a la unidad de control maestro. La unidad de control maestro incorpora las funciones de control descritas anteriormente en relación con la unidad de control 250 más las funciones de control adicionales para la gestión de la unidad de flujo descendente.

La unidad de control maestro está configurada para realizar sus operaciones de control sensible a la temperatura más alta detectada por cualquiera de las instalaciones de detección 195 distribuidas sobre los pasillos individuales 120. Dependiendo de los requisitos de refrigeración, la unidad de control maestro conecta o desconecta las unidades de flujo descendente individuales o las conmuta a un modo de espera. Adicionalmente, la unidad de control maestro controla la velocidad del ventilador de los transportadores asociados con las unidades de flujo descendente 205 que han sido conectadas (en una gama entre el 30 hasta el 100% de la velocidad máxima) dependiendo de la temperatura máxima detectada. Mientras la unidad de control maestro controla centralmente de ese modo el caudal total del agente de refrigeración, cada unidad de flujo descendente 205 puede controlar de forma autónoma y localmente la temperatura y la humedad del agente de refrigeración que pasa por la unidad de flujo descendente individual 205. El control de la temperatura y la humedad de las unidades de flujo descendente individuales se puede basar en el punto de referencia de la temperatura recibido desde la unidad de control maestro.

El concepto de control global es idéntico al concepto de control descrito. Dicho de otro modo, en una primera etapa la temperatura máxima detectada por cualquiera de las instalaciones de detección distribuidas 195 se compara con un punto de referencia de la temperatura. En un ejemplo específico, el punto de referencia de la temperatura se establece para que sea de 1 a 6 °C (por ejemplo de 2 a 4 °C) más alta que el punto de referencia de la temperatura aplicado por la unidad de control 240 (véase la figura 7). Si la temperatura máxima detectada por cualquier sensor de la temperatura 195B es más baja que el punto de referencia de la temperatura aplicado por la unidad de control maestro, esto es una indicación de que las unidades de flujo descendente 205 distribuyen demasiado agente de refrigeración a

los pasillos individuales 120.

5 Por consiguiente, el caudal del agente de refrigeración se reducirá. Si, por otra parte, la temperatura máxima es más alta que el punto de referencia de la temperatura, esto se puede ver como una indicación de que las unidades de flujo descendente 205 no distribuyen suficiente agente de refrigeración a los pasillos individuales 120. Por consiguiente, el caudal del agente de refrigeración se aumentara. Como ha sido mencionado anteriormente en la presente memoria, posibles medidas para controlar el caudal incluyen la conexión o la desconexión de unidades de flujo descendente individuales 205 y el control de la velocidad del ventilador de las unidades de flujo descendente 205 que han sido conectadas. Estrategias de control que pueden ser aplicadas por los controladores 240, 250 representados en la figura 7 y la unidad de control maestro incluyen un control PI el cual, como tal, es conocido en la técnica.

10 La figura 9 ilustra una forma de realización de un bastidor 105 que comprende una pluralidad de espacios de montaje para acomodar carga útil que incluye equipo eléctricamente accionado. En particular, la figura 9a muestra el bastidor vacío 105 que puede formar la base para los sistemas de bastidores descritos antes en la presente memoria. Espacios de montaje sin utilizar de los bastidores 105 pueden ser cubiertos con paneles de cierre como se representa en la figura 9b. Los paneles de cierre aseguran que el agente de refrigeración suministrado a los pasillos 120 no se escapa fuera de los bastidores 105. Se debe observar otra vez aquí que no se requiere el 100 % de sellado para permitir una operación de refrigeración eficaz.

15 La figura 10 muestra una ilustración del suelo de un pasillo 120. Como se puede ver en la figura 10, el suelo está completamente cubierto por una rejilla 705. La rejilla 705 tiene un área de la superficie abierta grande. Aproximadamente el 90% del área de la superficie de la rejilla 705 es permeable al agente de refrigeración. Como resultado de la utilización de la rejilla 705 como se ilustra en la figura 10, únicamente una diferencia de presión comparativamente pequeña entre el conducto ciento 165, por una parte, y el ambiente del pasillo 120, por la otra parte, se requiere para suministrar eficazmente agente de refrigeración al pasillo 120, lo cual otra vez permite el funcionamiento de los transportadores en el interior de las unidades de flujo descendente a bajas velocidades. Como se ha mencionado anteriormente en la presente memoria, una diferencia de presión inferior a 10 Pa en muchos casos será suficiente.

20 Los diversos enfoques de refrigeración descritos en la presente memoria proveen ventajas significantes sobre los enfoques de refrigeración de la técnica anterior como se ilustra, por ejemplo, en las figuras 11 y 12. La figura 11 muestra una distribución en planta de un sistema de bastidores sin separación del pasillo frío y caliente. Esta clase de distribución en planta del sistema de bastidores es común en los centros de datos que alojan sistemas heredados y que no son específicamente a medida para soportar una trayectoria de ventilación en el interior del centro de datos. Como se puede observar en las elipses, existen diversas zonas en las cuales el agente de refrigeración fresco suministrado desde el suelo y el agente de refrigeración calentado que sale de los bastidores se mezcla. Una mezcla de este tipo reduce de forma significativa el rendimiento de la refrigeración del centro de datos. La figura 12 muestra otra variante de una distribución en planta de un sistema de bastidores en el interior de un centro de datos, esta vez con separación del pasillo frío y caliente. Como se representa mediante las elipses, existe todavía una zona en la que el agente de refrigeración fresco y el agente de refrigeración calentado se pueden mezclar.

25 Comparando los parámetros de funcionamiento representados por las distribuciones en planta de los sistemas de bastidores de las figuras 11 y 12 con los parámetros de funcionamiento representado en la figura 7 se pone de manifiesto que el enfoque de refrigeración descrito en la presente memoria puede ser incorporado utilizando velocidades del agente y diferencias de presión mucho más pequeñas. Adicionalmente, el agente de refrigeración que sale de las unidades de flujo descendente 205 no necesita ser enfriado tanto como en los enfoques heredados, lo cual también se añade al rendimiento de la refrigeración global.

30 El rendimiento mejorado de refrigeración de las técnicas descritas en la presente memoria también se ilustra en el diagrama de la figura 13. Como se pone de manifiesto a partir de la figura 13, las temperaturas en las zonas superior e inferior del pasillo 120 (denominado "pasillo frío" en la figura 13) se puede mantener bien por debajo de la temperatura crítica de 25 °C incluso aunque la carga eléctrica y por lo tanto el calor que es necesario disipar aumente de forma significativa. En lugar de afectar a la temperatura del pasillo frío, cualquier aumento de la carga eléctrica únicamente conducirá a un calentamiento de la sala de datos fuera del pasillo 120 (denominado "pasillo caliente" en la figura 13).

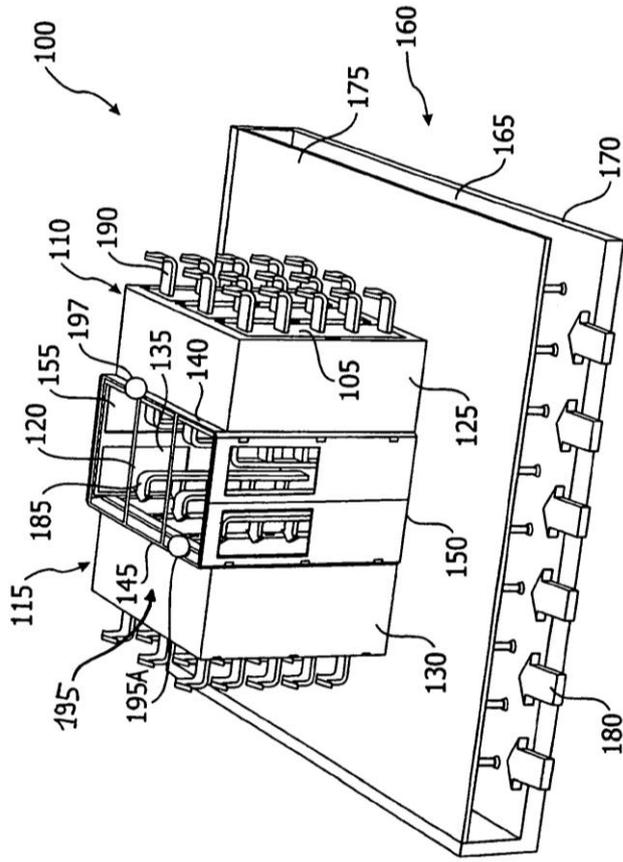
35 Por consiguiente, la figura 13 ilustra que el enfoque descrito en la presente memoria conduce a un rendimiento de la refrigeración alto. Al mismo tiempo, los costes de energía y el tiempo de funcionamiento de las unidades de flujo descendente 205 (y en particular de los transportadores 215) se pueden reducir de forma significativa comparados con las técnicas convencionales. Como un efecto lateral adicional, las velocidades del ventilador de los transportadores 215 se pueden disminuir en la mayor parte de los estados de funcionamiento, lo cual conduce a una reducción posible del ruido en el interior de los centros de datos.

40 Aunque la presente invención ha sido descrita con respecto a formas de realización particulares, los expertos en la materia reconocerán que la presente invención no está limitada a las formas de realización específicas escritas e ilustradas en la presente memoria. Por lo tanto, se debe entender que esta divulgación se proporciona únicamente a título ilustrativo. Por consiguiente, se pretende que la invención esté limitada únicamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas a la presente memoria.

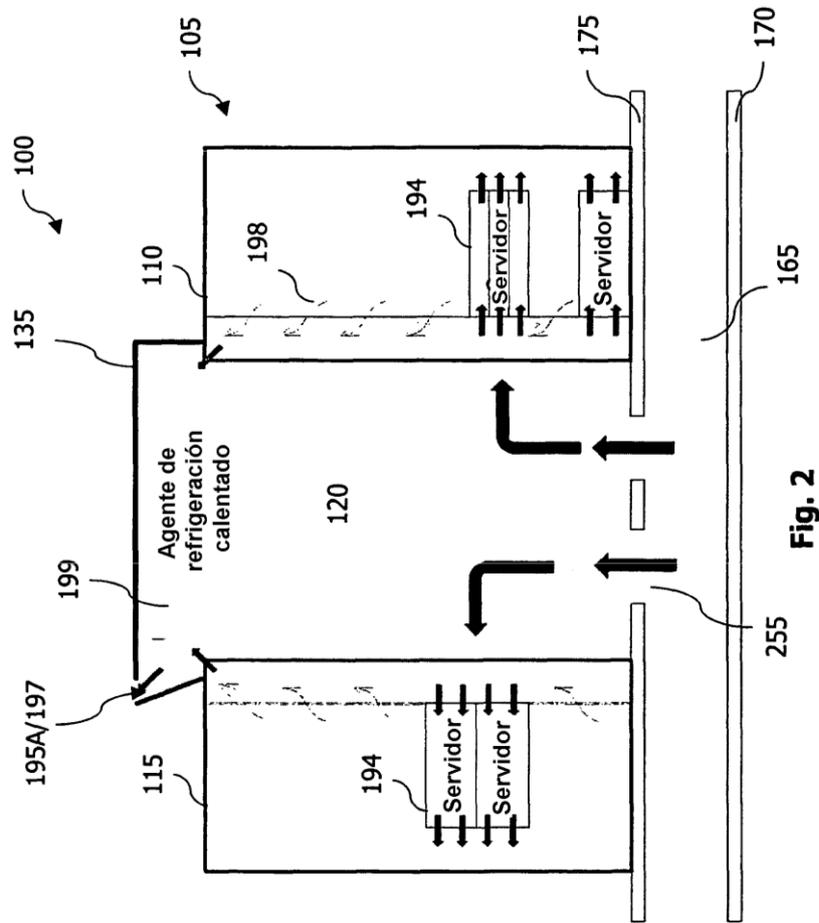
## REIVINDICACIONES

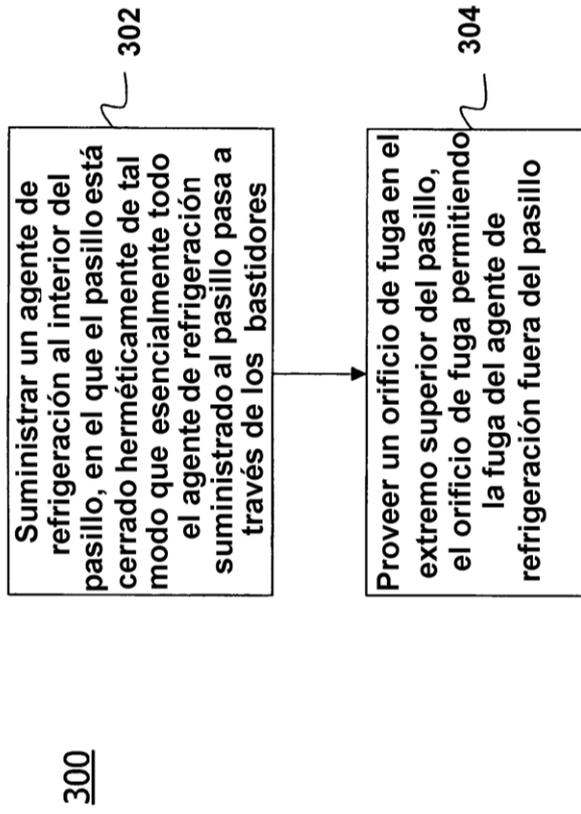
1. Sistema de bastidores (100) que comprende:
- 5           - una pluralidad de bastidores (105) colocados para formar por lo menos un pasillo (120) entre los mismos, estando sellado el pasillo (120) de tal modo que esencialmente todo el agente de refrigeración en forma de aire suministrado al pasillo (120) pase a través de los bastidores (105), y estando sellado un extremo superior del pasillo (120) mediante un elemento de recubrimiento (135); y caracterizado porque presenta
- 10           - por lo menos una abertura de purga (195A, 197) para permitir la purga del agente de refrigeración fuera del pasillo (120), estando colocada la abertura de purga (195A, 197) en el extremo superior del pasillo (120) y siendo el tamaño de la abertura de purga (195A, 197) pequeño comparado con el tamaño del elemento de recubrimiento (135).
2. Sistema según la reivindicación 1, en el que la abertura de purga (195A, 197) está dimensionada para permitir que un volumen de agente de refrigeración calentado en el interior del pasillo (120) se purgue fuera del pasillo (120).
- 15           3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tamaño de la abertura de purga (195A, 197) es ajustable.
4. Sistema según la reivindicación 3, que comprende asimismo un actuador para ajustar el tamaño de la abertura de purga (195A, 197).
- 20           5. Sistema según la reivindicación 4, en el que el actuador está configurado para ajustar el tamaño de la abertura de purga (195A, 197) sensible por lo menos a una de entre una señal de la temperatura indicativa de la temperatura del agente en el extremo superior del pasillo (120) y una señal de ocupación indicativa de la ocupación de los bastidores (105) con equipo eléctricamente accionado.
6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la abertura de purga (195A, 197) está prevista en el elemento de recubrimiento (135).
- 25           7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un transportador del agente colocado en la abertura de purga (195A, 197).
8. Sistema según la reivindicación 7, que comprende además un controlador para controlar el transportador del agente, en el que el controlador es sensible por lo menos a una de entre una señal de la temperatura indicativa de la temperatura del agente en el extremo superior del pasillo (120) y una señal de ocupación indicativa de la ocupación de los bastidores (105) con equipo eléctricamente accionado.
- 30           9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo un primer sensor (195B) para la determinación de la dirección del flujo del agente a través de la abertura de purga (195A), estando colocado el primer sensor (195B) en la proximidad de la abertura de purga (195A).
- 35           10. Sistema según la reivindicación 9, en el que el primer sensor (195B) se selecciona a partir de la unidad que comprende un sensor de la temperatura, una hélice aérea y un conmutador con vela.
11. Sistema según la reivindicación 9 ó 10, que comprende asimismo un mecanismo de control (250) adaptado para controlar por lo menos un parámetro del agente de refrigeración suministrado al pasillo (120) dependiendo de una señal generada por el primer sensor (195A).
- 40           12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, que comprende asimismo por lo menos un transportador (215) para transportar el agente de refrigeración al interior del pasillo (120), en el que dicho por lo menos un transportador (215) está adaptado para influir en el caudal de agente de refrigeración suministrado al pasillo (120) dependiendo de una señal generada por el primer sensor (195B).
13. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende asimismo por lo menos una unidad de control de la climatización (210) para influir en por lo menos una de entre la temperatura y la humedad del agente de refrigeración suministrado al pasillo (120), estando adaptada dicha por lo menos una unidad de control de la climatización (210) para influir en por lo menos una de entre la temperatura y la humedad del agente de refrigeración dependiendo de una señal generada por el primer sensor (195B).
- 45           14. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo uno o más elementos de terminación (150, 155) que sellan el pasillo (120) en uno o más extremos laterales.
- 50           15. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende asimismo una rejilla (705) para suministrar el agente de refrigeración al pasillo (120), estando colocada la rejilla (705) en el suelo del pasillo (120).
16. Procedimiento para mantener un estado de climatización de un sistema de bastidores (100) que comprende una pluralidad de bastidores (105) dispuestos para formar un pasillo (120) entre los mismos, comprendiendo el procedimiento:

- suministrar un agente de refrigeración en forma de aire al interior del pasillo (120), estando sellado el pasillo (120), de tal modo que esencialmente todo el agente de refrigeración suministrado al pasillo (120) pase a través de los bastidores (105), y estando sellado un extremo superior del pasillo (120) mediante un elemento de recubrimiento (135); y caracterizado porque comprende
- 5
- proporcionar por lo menos una abertura de purga (195A, 197) para permitir la purga del agente de refrigeración fuera del pasillo (120), estando colocada la abertura de purga (195A, 197) en el extremo superior del pasillo (120) y siendo el tamaño de la abertura de purga (195A, 197) pequeño comparado con el tamaño del elemento de recubrimiento (135).
- 10
17. Procedimiento según la reivindicación 16, que comprende asimismo el ajuste del tamaño de la abertura de purga (195A, 197).
18. Procedimiento según la reivindicación 17, en el que el tamaño de la abertura de purga (195A, 197) se ajusta dependiendo del volumen de agente de refrigeración que se ha calentado en el interior del pasillo (120).
- 15
19. Procedimiento según la reivindicación 17 ó 18, en el que el tamaño de la abertura de purga (195A, 197) se ajusta en respuesta a por lo menos una de entre la temperatura del agente en el extremo superior del pasillo (120) y la ocupación de los bastidores (105) con un equipo eléctricamente accionado.

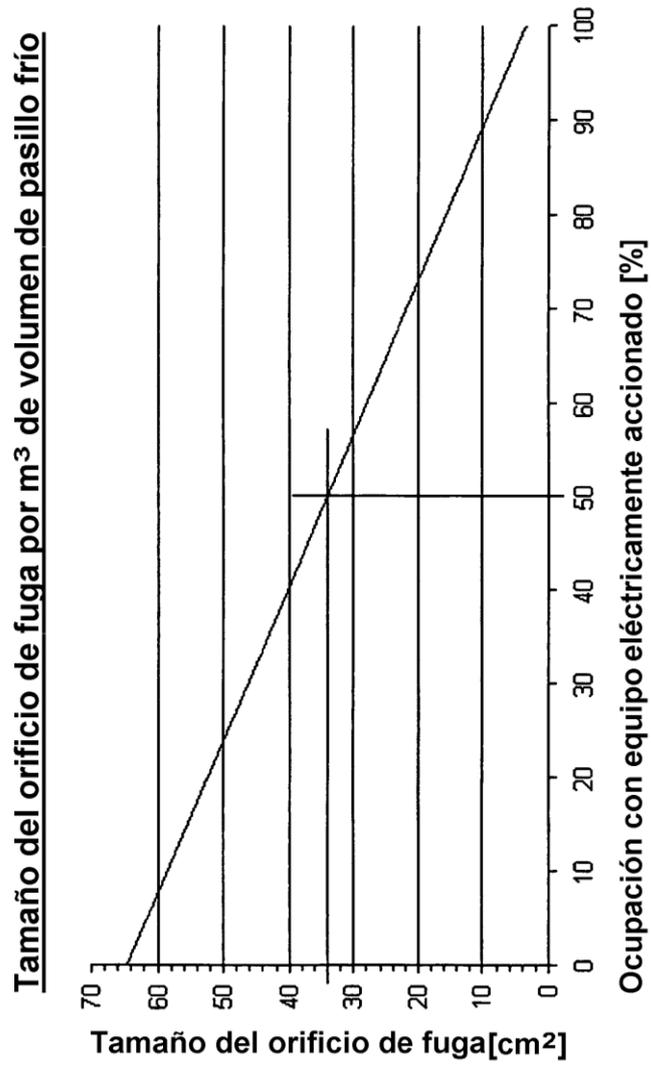


**Fig. 1**





**Fig. 3**



**Fig. 4**

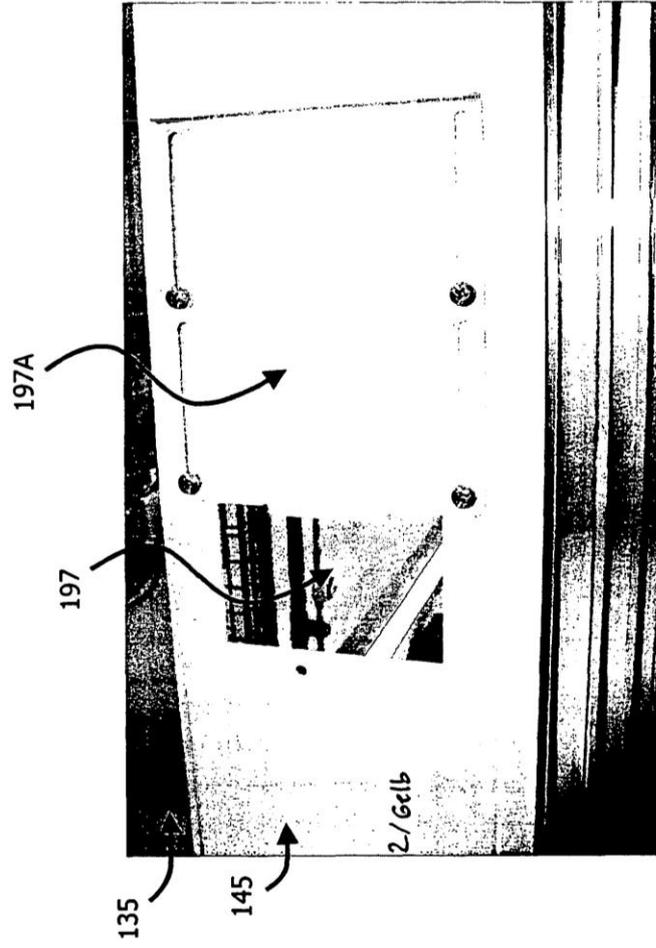


Fig. 5

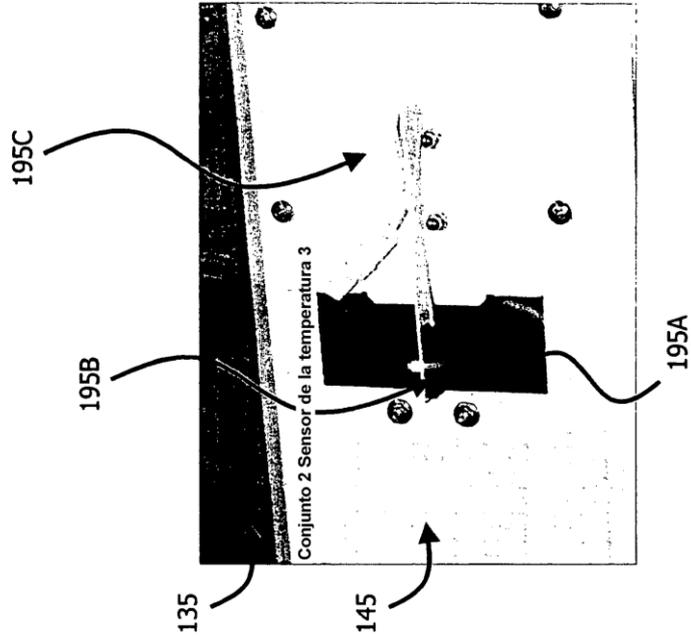
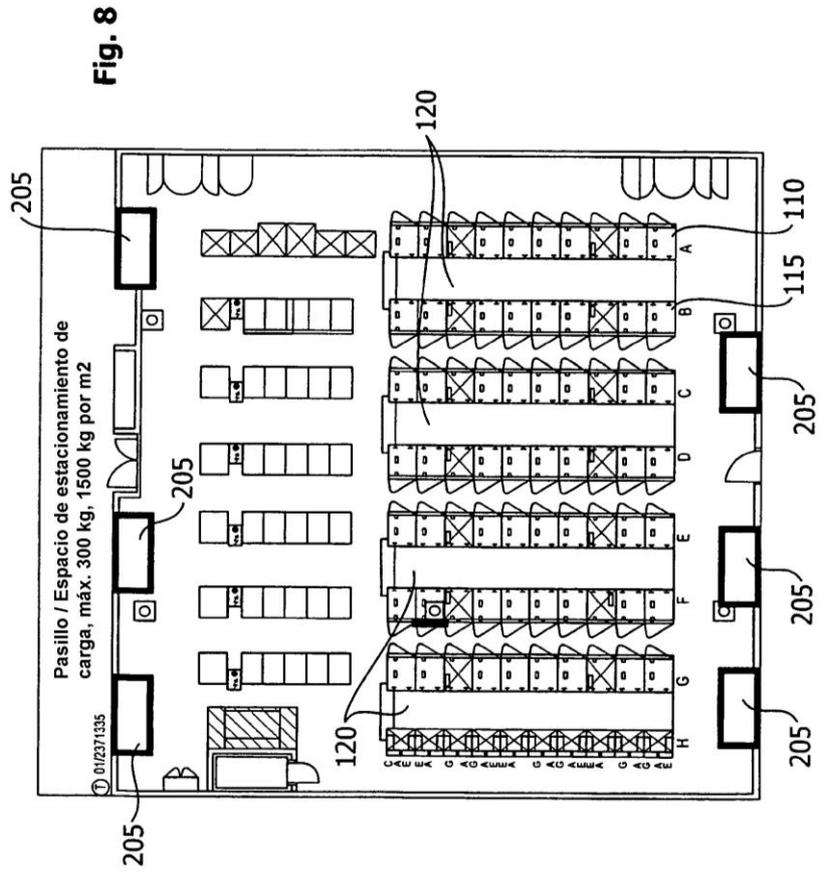
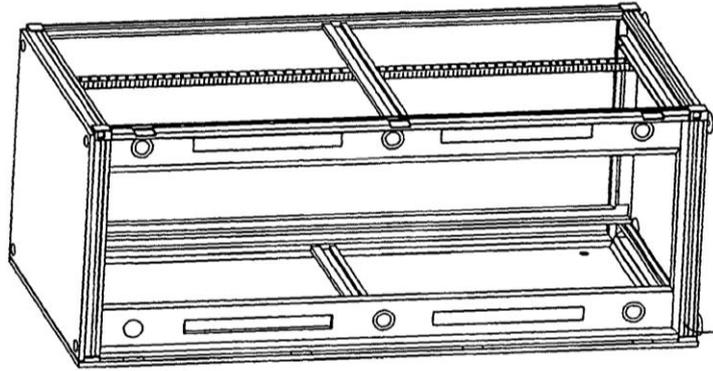


Fig. 6

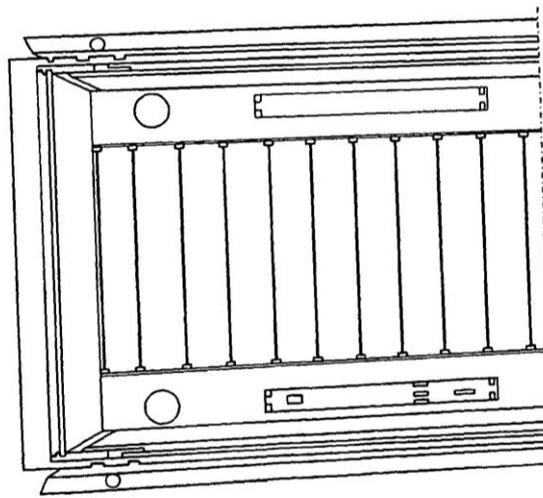






**Fig. 9a**

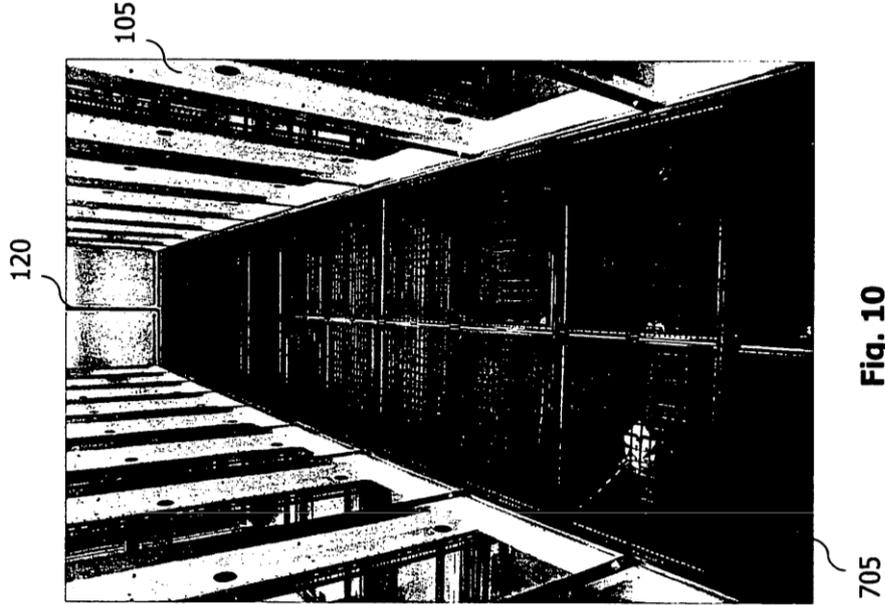
105



**Fig. 9**

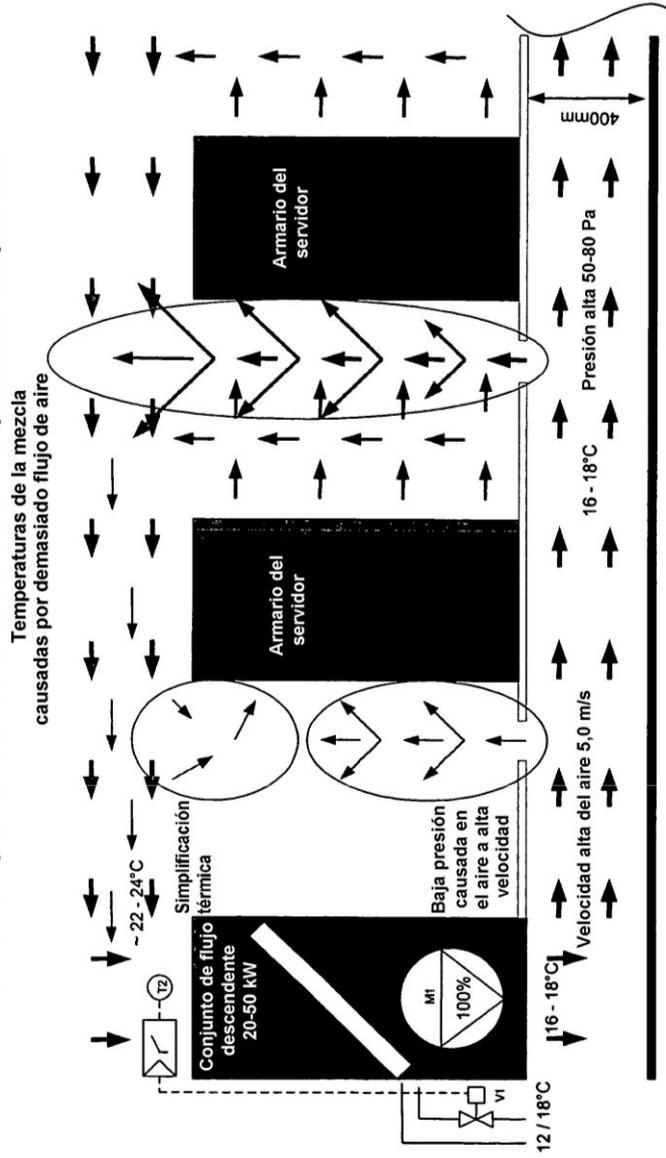
**Fig. 9b**

105



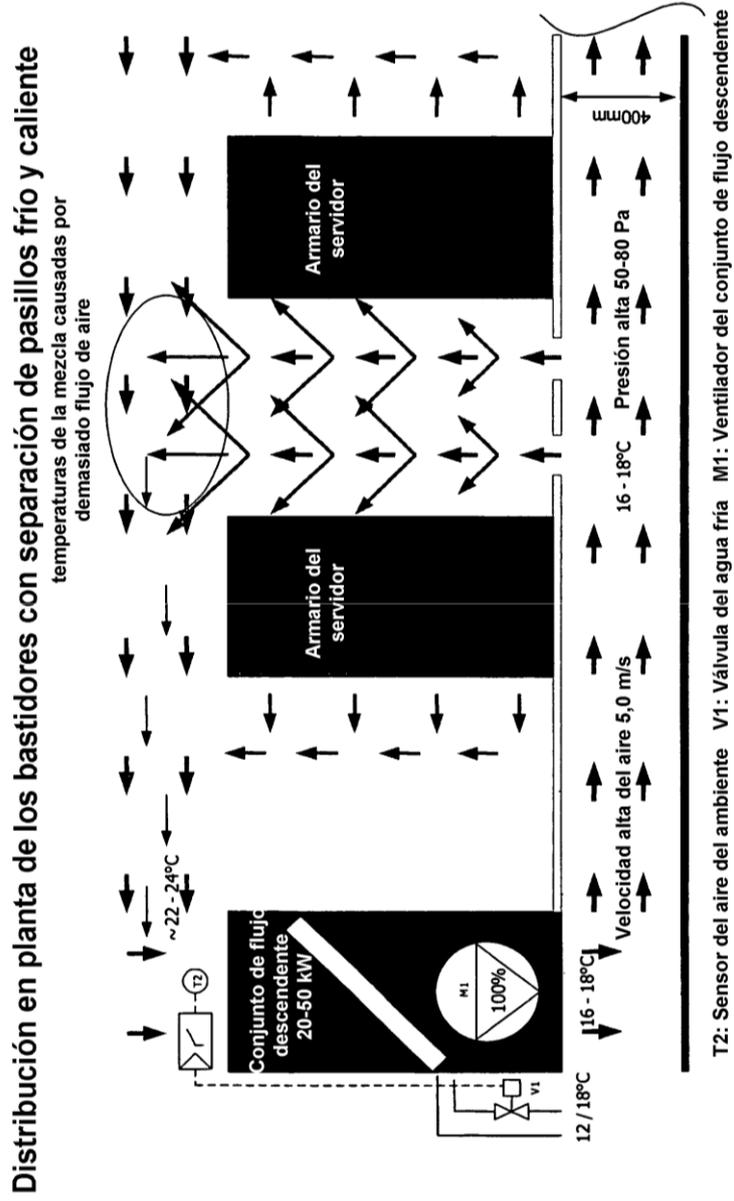
**Fig. 10**

**Distribución en planta de los bastidores sin separación de pasillos**



T2: Sensor del aire del ambiente V1: Válvula del agua fría M1: Ventilador del conjunto de flujo descendente

**Fig. 11**



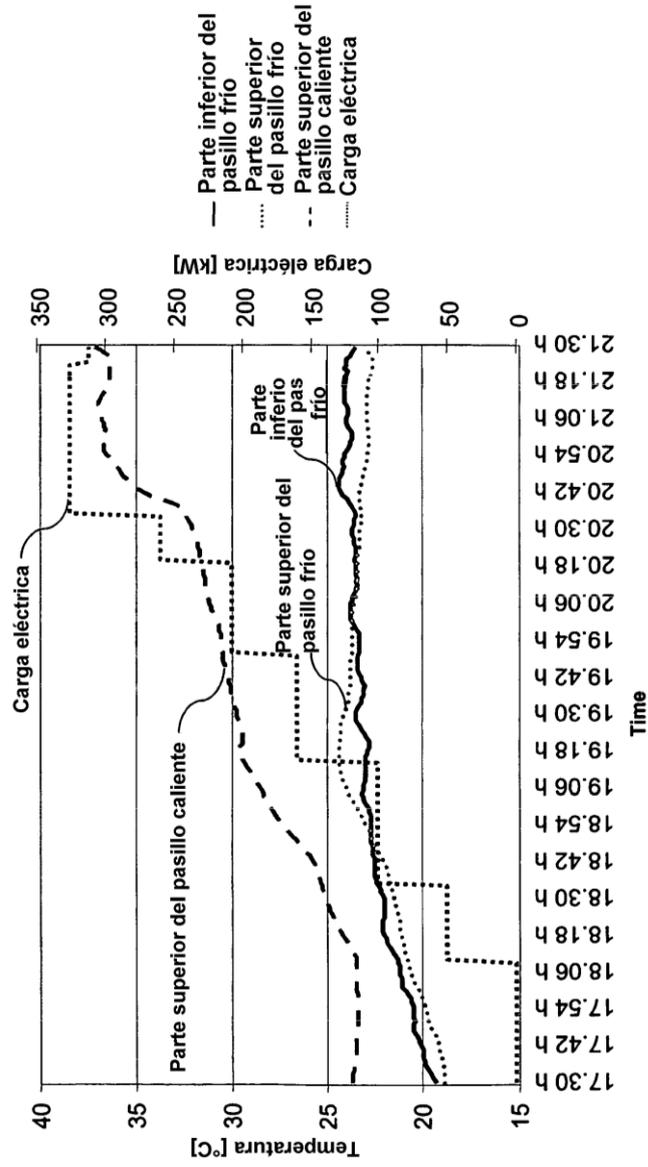


Fig. 13