

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 997 122**

(51) Int. Cl.:

**F24F 3/14** (2006.01)  
**F24F 5/00** (2006.01)  
**B01D 53/02** (2006.01)  
**C09K 5/04** (2006.01)  
**F24F 12/00** (2006.01)  
**B01D 53/26** (2006.01)  
**F25B 21/00** (2006.01)  
**F28D 9/00** (2006.01)  
**F28F 13/18** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2018 PCT/EP2018/064209**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2018 WO18220027**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2018 E 18729082 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2024 EP 3631308**

---

(54) Título: **Procedimiento y dispositivo de climatización**

(30) Prioridad:

**02.06.2017 EP 17174210**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.02.2025**

(73) Titular/es:

**BASF SE (100.00%)  
Carl-Bosch-Strasse 38  
67056 Ludwigshafen am Rhein, DE**

(72) Inventor/es:

**NOERENBERG, RALF;  
OPPER, WALTER;  
KARWACKI, LUKASZ;  
WEICKERT, MATHIAS y  
MUELLER, ULRICH**

(74) Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PESES, Gustavo Adolfo**

**ES 2 997 122 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 y dispositivo de climatización

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para acondicionar fluidos, en particular para enfriar y/o secar un flujo de aire, un dispositivo de climatización y un elemento de fachada que comprende un dispositivo de climatización integrado.

10 Los sistemas de climatización son componentes esenciales de la tecnología de construcción actual. En combinación con la tecnología de sombreado y acristalamiento, crean un clima de trabajo saludable en el interior, que se caracteriza por una humedad relativa media y temperaturas moderadas de entre 20 °C y 26 °C, independientemente del clima exterior. Entretanto, la energía necesaria para el funcionamiento del parque de edificios ha aumentado hasta cerca del 40 % del consumo energético total de la humanidad, lo que, además de otras razones tales como el mal aislamiento de los edificios con calefacción, se debe también en gran medida a los sistemas de climatización. La intensa urbanización de las regiones de clima húmedo y tropical y la consiguiente construcción de edificios de gran altura, que necesitan sistemas de climatización para funcionar, están aumentando la necesidad de desarrollar sistemas de climatización eficientes desde el punto de vista energético. Es precisamente en estas regiones climáticas donde el secado del aire requiere más energía, porque la tecnología de compresores actualmente dominante enfriá el aire hasta alcanzar la humedad absoluta requerida. Esta tecnología de compresores suele usar como refrigerantes hidrocarburos halogenados, preferentemente parcialmente fluorados, que se presurizan debido a su potencial de riesgo para el clima. Ni siquiera los refrigerantes alternativos, tales como el dióxido de carbono, son mejores en este sentido. La necesidad de mantener los compresores, por ejemplo para garantizar el buen funcionamiento de las piezas móviles o corregir desequilibrios, reponer el funcionamiento y los consumibles, ha hecho que se prefieran las instalaciones centralizadas y ha impedido hasta ahora el desarrollo de sistemas de climatización descentralizados que se integren en el edificio y que permitan un clima casi personalizado. En cambio, las unidades divididas para reequipamiento están bien implantadas en el mercado, sobre todo en viviendas unifamiliares privadas.

30 En aplicaciones móviles tales como trenes o coches, en los que se usan sistemas de climatización para refrigeración y deshumidificación, el uso de energía eléctrica procedente del sistema eléctrico del vehículo también está desempeñando un papel cada vez más importante; en los coches eléctricos, el funcionamiento del sistema de climatización compite directamente con la autonomía del vehículo.

35 Un proceso más eficiente sería la climatización híbrida, en la que la etapa de secado y la etapa de enfriamiento tienen lugar por separado. Para secar el aire, existen procesos de absorción en los que se aprovecha la higroscopidad de las soluciones de bromuro de litio, por ejemplo, para fijar la humedad del aire; el reciclado tiene lugar mediante una etapa de evaporación. Debido a la agresividad de las mejores soluciones, el bromuro y el cloruro de litio, la realización técnica requiere el uso de materiales especiales no corrosivos, lo que encarece el sistema y requiere mucho mantenimiento. Como alternativa, se pueden usar sistemas de adsorción en los que la humedad del aire se fija a un material mayoritariamente sólido, tal como zeolitas o gel de sílice - en investigación (por ejemplo, Y.D. Tu et al, nature 7, 40437; DOI 10.1038/Srep40437) también describen formulaciones de sales de litio en sílice nanoporosa; el reciclado se consigue calentando los adsorbentes. La reacción del agua sobre los agentes secantes libera una gran cantidad de energía, que calienta el aire y el material y que provoca una carga de refrigeración adicional. Al mismo tiempo, se necesita energía para regenerar el adsorbedor, lo que aumenta aún más el consumo energético de un sistema de climatización de este tipo. El control inteligente del proceso con una denominada rueda de secado, en la que el adsorbedor se monta como una capa fina sobre una rueda giratoria a través de la cual fluye aire y que se regenera con aire caliente durante parte de la rotación, puede reducir el calentamiento y la energía adicional necesaria para la regeneración, como en el sistema DesiCool® de Munters. Sin embargo, el secado excesivo del aire hace necesario volver a humidificarlo, lo que reduce el flujo de refrigeración mediante un enfriamiento evaporativo, pero puede causar problemas de higiene debido al uso de agua líquida por la posible anidación y multiplicación de bacterias nocivas. La complejidad de estos sistemas de climatización con varias piezas giratorias alberga el riesgo de elevados costes de mantenimiento.

50 50 El documento EP 2 345 853 describe un procedimiento y un dispositivo para calentar y conducir un flujo de aire que suministra aire a dos o más intercambiadores de calor de sorción con el fin de acondicionar directamente aire fresco. El procedimiento divulgado comprende los siguientes pasos: (i) hacer circular el fluido de proceso a través de los canales de sorción de un primer intercambiador de calor de adsorción, (ii) secar el fluido de proceso en el primer intercambiador de calor de adsorción, (iii) hacer circular en paralelo el fluido de regeneración a través de los canales de intercambio de calor del primer intercambiador de calor de adsorción, (iv) absorber el calor de adsorción por parte del fluido de regeneración, (v) hacer circular el fluido de regeneración húmedo hacia una zona exterior.

60 60 El documento EP 1 408 286 describe un sistema de climatización compuesto por dos intercambiadores de calor de adsorción aire-aire o una rueda de calor de adsorción giratoria y una unidad de compresión. Se describe que en el modo de adsorción, el aire exterior se deshumidifica en un intercambiador de calor de adsorción y luego se enfriá en la unidad de compresión. También se describe que, durante el modo de adsorción, el intercambiador de calor de adsorción es atravesado por más aire exterior, que absorbe el calor latente y limita así el calentamiento del intercambiador de calor y del aire interior que debe acondicionarse. Este aire exterior calentado se calienta aún más en el modo de regeneración en la unidad de compresión, pasa a través del intercambiador de calor de adsorción cargado y transporta el vapor de agua

evaporado al exterior. Si se diseña el intercambiador de calor de adsorción como una rueda de calor, el modo de adsorción y regeneración puede diseñarse como un proceso a contracorriente. Se divultan como materiales adsorbentes las zeolitas, el gel de sílice y la resina de intercambio aniónico.

- 5 El documento EP 2 400 231 describe un procedimiento para hacer funcionar un sistema de intercambiador de calor de sorción abierto con al menos dos intercambiadores de calor de sorción, en el que los intercambiadores de calor de sorción funcionan alternativamente en un modo de acondicionamiento y en un modo de regeneración. El procedimiento se caracteriza por los siguientes pasos: Secado y enfriamiento de un flujo parcial de aire exterior, suministro del flujo parcial de aire exterior a un entorno que debe climatizarse, enfriamiento adicional mediante un aire de escape que debe descargarse del entorno que debe climatizarse, calentamiento y regeneración de un segundo intercambiador de calor de sorción.
- 10

DE 42 20 715 describe un procedimiento y un dispositivo para acondicionar aire mediante un sistema de climatización basado en un desecante. Se divulga el uso de dos dispositivos desecantes separados y un enfriador evaporativo indirecto que tiene un lado húmedo y un lado seco para el flujo de aire. El aire de regeneración del primer dispositivo desecante pasa primero por el lado húmedo del enfriador evaporativo indirecto, donde se humidifica y calienta. A continuación, este aire se deshumidifica haciéndolo pasar por el segundo dispositivo desecante, que funciona con un alto contenido de humedad.

15 20 El documento EP 2 385 318 describe un sistema de climatización compuesto por un intercambiador de calor adsorbente aire-agua y un intercambiador de calor de aire que no requiere una unidad compresora. El problema de la condensación se resuelve almacenando la humedad como adsorbato en el intercambiador de calor por adsorción y liberándola de nuevo como humedad en una etapa posterior de secado. Los problemas relacionados con la capacidad de los secadores, el desarrollo de calor debido a la entalpía de adsorción y el secado excesivo del aire se reducen añadiendo más aire interior húmedo y atemperado al aire secado antes de atemperar todo el volumen de aire mediante una tubería de agua fría. El enfriamiento en el intercambiador de calor de aire se realiza con agua a 15 °C. Para descargar el adsorbato, el aire interno se calienta mediante un elemento calefactor en modo de regeneración y se canaliza a través de la sección de regeneración de la rueda de secado. Como materiales adsorbentes se describen las zeolitas, el gel de sílice, el carbón activado o los polímeros orgánicos con un grupo funcional hidrófilo. Una desventaja del procedimiento divulgado en el documento EP 2 385 318 es que el aire exterior debe mezclarse con parte del aire interior existente durante el acondicionamiento, lo que puede provocar la acumulación de olores y agentes patógenos.

25 30 35 El documento US 6.199.392 describe un sistema de climatización que consta de una rueda de calor de adsorción giratoria con dos pasos de flujo, varios intercambiadores de calor y una unidad compresora. Se describe que en la dirección de acondicionamiento el aire exterior se deshumidifica en la rueda de calor de adsorción y después se enfria en la unidad de compresión y en la dirección de regeneración el aire exterior o el aire interior usado se calienta en la unidad de compresión y después pasa parcialmente por una mitad de la sección cargada de la rueda de calor y se calienta parcialmente más y pasa por la otra mitad de la sección cargada de la rueda de calor. Esta regeneración gradual permite alcanzar un alto grado de regeneración con un consumo reducido de energía, de tal modo que se puede aumentar la capacidad de las ruedas de secado. No se menciona por su nombre ningún material adsorbente. La desventaja es que el calor de adsorción no se aprovecha en la rueda de calor de adsorción. Además, el aire seco es demasiado seco y debe humidificarse para su uso en el local.

40 45 Para evitar que el intercambiador de calor de adsorción se caliente durante la adsorción, el documento DE 10 2009 050 050 propone el uso de un intercambiador de calor de adsorción que tiene un lado de adsorción y un lado de refrigeración, de tal modo que durante la adsorción el calor de adsorción generado se transfiere a un fluido refrigerante, por ejemplo, un medio de transferencia de calor en forma de aerosol. La desventaja es que no se aprovecha el calor de adsorción.

50 55 En un sentido similar, Kubota et al. (Appl. Ing. Térmica 122 (2017) 618-625) describe un montaje experimental en el que el aire exterior húmedo puede secarse con un intercambiador de calor aire-aire recubierto de adsorbato. Los ejemplos publicados en el documento muestran que el aire puede secarse usando un intercambiador de calor recubierto con un adsorbente. Sin embargo, la publicación no describe un montaje completo con el que sea posible un proceso continuo de secado y templado del aire exterior, incluida la regeneración de los adsorbedores. Además, no se discute una posible integración del calor de adsorción en el ciclo térmico del dispositivo. La larga tubería descrita en la publicación en el suministro de aire exterior al intercambiador de calor revestido también se interpone en el camino de un uso comercial, que requiere un diseño compacto.

60 65 Otro reto de los sistemas de climatización basados en adsorbentes es la alta temperatura necesaria para la regeneración eficiente del adsorbente. En el caso de las zeolitas usadas habitualmente, esta temperatura oscila entre 140 °C y 200 °C. Algunas publicaciones describen que la regeneración de los adsorbentes es posible a temperaturas más bajas, pero en este caso deben usarse mayores cantidades de aire y/o aire presecado (Kubota et al., Appl. Ing. Térmica 122 (2017) 618-625, y Wang et al. Intern. Journal of Thermal Science 126 (2018) 13-22).

En la publicación Energy Procedia 78 (2015) 3471-3476, Portia Murray et al. describen un sistema de ventilación de climatización descentralizado que usa una rueda de secado giratoria y una rueda de transferencia de calor giratoria. En

esta configuración, sin embargo, el aire se seca (enfriamiento latente) exclusivamente a través de una tubería de agua de refrigeración.

5 También es problemático que la propiedad adsorbente del equilibrio termodinámico de secado "agua (gaseosa) a agua ligada en el adsorbente" esté fuertemente del lado del agua ligada en los adsorbentes mencionados en la técnica anterior, de modo que se produce un secado excesivo, que debe compensarse en un paso posterior añadiendo agua. Este segundo paso no sólo requiere mucho tiempo y energía, sino que también alberga el riesgo de que se asienten y multipliquen bacterias nocivas. Además, los sistemas de climatización basados en adsorbentes liberan un alto nivel de calor de adsorción, que hasta ahora sólo se ha integrado de forma ineficiente en el ciclo del calor.

10 10 El documento WO 99/36733 divulga fosfatos de aluminio porosos con la fórmula química general  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{k}(\text{P}_2\text{O}_5)$  con  $k=1,0 \pm 0,2$  como agentes secantes, las llamadas sapo-zeolitas, que pueden regenerarse a 120-140 °C y ofrecen así la posibilidad de un sistema de climatización energéticamente eficiente.

15 15 El documento EP 2 230 288 describe el uso de materiales de estructura organometálica porosos, denominados MOF, como material de adsorción para máquinas de refrigeración/calefacción. En comparación con las zeolitas usadas normalmente, estos MOF tienen mayores capacidades y temperaturas de regeneración más bajas.

20 20 El documento US 2013/192281 describe un intercambiador de calor cruzado aire-aire absorbente para el climatización de coches eléctricos, que tiene canales de sorción recubiertos de MOF y canales de intercambiador de calor sin recubrimiento.

25 Además, la solicitud de patente europea con el número de solicitud 15195166.2 divulga el uso de materiales de estructura organometálica porosos como material de adsorción en un sistema de ventilación.

30 30 Debido a la demanda generalmente elevada de sistemas de climatización y a los requisitos energéticos aún elevados para el funcionamiento de estos sistemas, existe un gran interés en sistemas de climatización más eficientes energéticamente, que sean ventajosamente sencillos en su diseño y que también puedan ser ventajosamente compactos.

35 35 Por consiguiente, el objetivo de la presente invención es realizar un funcionamiento termodinámicamente favorable de un dispositivo de climatización en el que ni el sobresecado ni el sobreenfriamiento consuman energía innecesaria. El objetivo es realizar un proceso de secado lo más isotérmico posible para reducir la necesidad de refrigeración posterior. Además, el calor de adsorción debe integrarse en el ciclo térmico del aparato. Además, la regeneración, que consume mucha energía, debe realizarse de la forma más eficaz posible. Además, se va a mostrar un sistema completo que combina el secado por adsorción, la regeneración eficiente desde el punto de vista energético, el bajo mantenimiento y la evitación del agua líquida.

40 40 Además, la presente invención se basa en el objetivo de presentar un dispositivo de climatización que realice un modo de funcionamiento eficaz con una complejidad de aparato reducida y pocos elementos mecánicos. También debería ser posible realizar un sistema de control más sencillo.

45 Además, la presente invención se basa en el objetivo de dar a conocer un dispositivo de climatización en el que los flujos de aire-aire de proceso y aire de escape interno se mantengan separados entre sí, de tal modo que se pueda garantizar un suministro de aire fresco al 100 %.

50 45 Además, la presente invención se basa en el objetivo de dar a conocer un dispositivo de climatización que sea compacto y de bajo mantenimiento.

50 Además, la presente invención se basa en el objetivo de dar a conocer un dispositivo de climatización que no requiera compresores.

55 Uno o más de los objetivos anteriores se consiguen según la invención mediante un procedimiento que tiene las características de la reivindicación 1, un dispositivo de climatización que tiene las características de la reivindicación 7 y un uso del dispositivo de climatización según la reivindicación 14. Las formas de realización preferentes del procedimiento se definen en las reivindicaciones 2-6, las formas de realización preferentes del aparato de climatización se definen en las reivindicaciones 8-13. Se propone además preferentemente un elemento de fachada que comprende un dispositivo de climatización según la reivindicación 15,

60 60 Según la invención, el procedimiento para acondicionar un fluido, en particular para secar y/o enfriar el aire exterior, comprende las etapas siguientes:

- (a) Hacer circular el fluido de proceso a través de los canales de sorción de un primer intercambiador de calor de absorción (10),
- (b) Secar el fluido de proceso en el primer intercambiador de calor de absorción (10),
- (c) Hacer circular el fluido de proceso seco hacia el lado frío de una fuente de frío (22),

- (d) Enfriar el fluido de proceso secado en una fuente de frío (22),
- (e) Hacer circular el fluido de proceso secado y enfriado hacia la zona que hay que acondicionar,
- (f) Hacer circular en paralelo del fluido de regeneración a través de los canales del intercambiador de calor del primer intercambiador de calor de absorción (10),
- 5 (g) Absorber el calor de adsorción por parte del fluido de regeneración,
- (h) Hacer circular el fluido de regeneración calentado hacia el lado caliente de una fuente de calor (21),
- (i) Calentar adicionalmente el fluido de regeneración en la fuente de calor (21),
- (j) Hacer circular el fluido de regeneración calentado a través de los canales de sorción de un segundo intercambiador de calor de absorción (11),
- 10 (k) Evaporar los adsorbatos almacenados en el segundo intercambiador de calor de absorción (11) y absorber dichos adsorbatos por parte del fluido de regeneración,
- (l) Hacer circular el líquido de regeneración húmedo hacia una zona exterior,
- (m) Interrumpir la circulación del fluido de proceso y del fluido de regeneración en el primer intercambiador de calor de adsorción (10),
- 15 (n) Hacer circular el fluido de proceso a través de los canales de sorción de un segundo intercambiador de calor de absorción (11),
- (o) Secar el fluido de proceso en el segundo intercambiador de calor de absorción (11),
- (p) Hacer circular el fluido de proceso seco hacia el lado frío de una fuente de frío (22),
- (q) Enfriar el fluido de proceso secado en una fuente de frío (22),
- 20 (r) Hacer circular el fluido de proceso secado y enfriado hacia la zona que hay que acondicionar,
- (s) Hacer circular en paralelo el fluido de regeneración a través de los canales del intercambiador de calor del segundo intercambiador de calor de absorción (11),
- (t) Absorber el calor de adsorción por parte del fluido de regeneración,
- (u) Hacer circular el fluido de regeneración calentado hacia el lado caliente de una fuente de calor (21),
- 25 (v) Calentar adicionalmente el fluido de regeneración en la fuente de calor (21),
- (w) Hacer circular el fluido de regeneración calentado a través de los canales de sorción de un primer intercambiador de calor de absorción (10),
- (x) Evaporar los adsorbatos almacenados en el primer intercambiador de calor de absorción (10) y absorber estos adsorbatos por parte del fluido de regeneración,
- 30 (y) Hacer circular el fluido de regeneración húmedo hacia una zona exterior.

Los canales de sorción tienen material de adsorción. Los canales del intercambiador de calor tienen ventajosamente menos del 5 % de material de adsorción en relación con la carga de los canales de sorción con material de adsorción. Ventajosamente, los canales del intercambiador de calor no tienen ningún material de adsorción.

- 35 35 Ventajosamente, el material de adsorción tiene una densidad de 0,2 a 2 g/cm<sup>3</sup>, preferentemente de 0,3 a 1,5 g/cm<sup>3</sup>, en particular de 0,3 a 1 g/cm<sup>3</sup>.
- 40 40 La velocidad de flujo se determina ventajosamente en función de la sección transversal de flujo total del intercambiador de calor. Los caudales típicos son de 30 a 150 m<sup>3</sup>/h, preferentemente de 50 a 100 m<sup>3</sup>/h, para pequeñas instalaciones de climatización descentralizadas. Los caudales típicos son de 1000 a 30000 m<sup>3</sup>/h, preferentemente de 1500 a 20000 m<sup>3</sup>/h, para grandes sistemas centralizados de climatización.
- 45 45 Ventajosamente, el fluido de proceso es filtrado y limpiado de partículas y/o de gotas antes de hacerlo circular a través del intercambiador de calor.
- Ventajosamente, antes de hacerlo fluir a través del intercambiador de calor, el fluido de proceso es conducido a través de un dispositivo para la atenuación del sonido, que minimiza el ruido externo.
- 50 50 Como fuentes de calor o frío se pueden usar bombas de calor basadas en sistemas de compresores, accionados térmica o eléctricamente, preferentemente sistemas de absorción o de adsorción accionados térmicamente por energía solar o tuberías de agua, opcionalmente con dispositivos de calefacción, ventajosamente tuberías de agua y bombas de calor de adsorción o combinaciones de las mismas. Los dispositivos de calefacción pueden funcionar con electricidad o con energía solar térmica. Entre los dispositivos de calentamiento y enfriamiento adecuados también se incluyen componentes de funcionamiento puramente eléctrico, tales como elementos Peltier, elementos magnetocalóricos, cables eléctricos y paneles calefactores. Por "lado frío de la fuente de calor/frío" se entiende el polo frío, en los sistemas de compresores el lado del evaporador. Por "lado caliente de la fuente de calefacción/refrigeración" se entiende el polo caliente, en los sistemas de compresores el lado del condensador.
- 55 55 Se necesitan al menos dos intercambiadores de calor de sorción para acondicionar un fluido, preferentemente aire exterior, con el fin de garantizar un funcionamiento casi continuo. La adsorción, es decir, la deshumidificación, tiene lugar en uno de los dos intercambiadores de calor de sorción, mientras que el otro intercambiador de calor de sorción se regenera en paralelo. Al menos un intercambiador de calor de sorción se encuentra entonces en la fase de adsorción y al menos un intercambiador de calor de sorción se encuentra en la fase de regeneración.

Dado que los intercambiadores de calor de adsorción sólo pueden absorber una cierta cantidad de humedad y que la tasa de adsorción disminuye a medida que aumenta la carga, las fases de adsorción y regeneración se alternan ventajosamente en ciclos. Esto garantiza un funcionamiento casi continuo.

- 5 Mediante el ajuste de la duración del ciclo se puede ajustar el acondicionamiento deseado en función del material de sorción seleccionado y del tamaño de las superficies adsorbentes del intercambiador de calor y adaptarlo así al clima correspondiente. El acondicionamiento deseado es diferente en las distintas regiones climáticas, por ejemplo, la deshumidificación predomina en las zonas costeras y la refrigeración en las del interior. El ciclo suele durar entre 5 minutos  
10 y 1 hora. Es ventajoso usar sensores que puedan medir la temperatura y/o la humedad para optimizar el tiempo de conmutación al tiempo actual. Estos sensores se instalan ventajosamente en las tuberías.

Antes de la fase de adsorción, dado el caso se puede enfriar el intercambiador de calor de absorción regenerado. Este enfriamiento se puede lograr mediante la circulación de un fluido de regeneración, preferentemente aire de escape de la zona que hay que acondicionar, o mediante el flujo de fluido de proceso secado y enfriado, es decir, la climatización. Además, esta refrigeración también podría conseguirse dejando pasar el aire exterior. Ventajosamente, sólo se sobrevuelan los canales del intercambiador de calor que hay que enfriar. Esta fase de enfriamiento dura ventajosamente de 1 min a 5 min. Esta fase de enfriamiento requiere de manera ventajosa aproximadamente del 1 % al 20 % de un ciclo. En la fase de enfriamiento, el intercambiador de calor de absorción regenerado se enfriá ventajosamente desde una temperatura de 80 °C a 100 °C hasta una temperatura de 25 °C a 35 °C.  
20

Ventajosamente, la circulación del fluido de proceso a través de los canales de sorción de un primer intercambiador de calor de absorción y del flujo del fluido de regeneración a través de los canales de intercambio de calor del primer intercambiador de calor de absorción se interrumpen antes de la fase de enfriamiento del segundo intercambiador de calor.  
25

Preferentemente, la circulación del fluido de proceso y del fluido de regeneración se interrumpe de nuevo tras los pasos (m) a (y). Además, el primer intercambiador de calor de absorción es enfriado si es necesario antes de repetir las etapas a) a l).

30 Ventajosamente, el fluido de proceso, en particular el aire exterior, tiene una temperatura de 10 °C a 50 °C, preferentemente de 25 °C a 35 °C, y una humedad relativa del 40 % al 100 %. Tras la adsorción en el intercambiador de calor absorbente, el fluido de proceso tiene ventajosamente una temperatura de 20 °C a 45 °C, preferentemente de 25 °C a 40 °C, y una humedad relativa del 25 % al 35 %, preferentemente del 28 % al 33 %. Tras el acondicionamiento por el lado frío de la fuente de calor-frío, el fluido de proceso tiene ventajosamente una temperatura de 18 °C a 25 °C, preferentemente de 22 °C a 24 °C, y una humedad relativa del 40 % al 55 %, preferentemente del 45 % al 55 %.  
35

40 Ventajosamente, el fluido de regeneración, ventajosamente aire de escape de la zona que hay que acondicionar, tiene una temperatura de 25 °C a 30 °C y una humedad relativa del 50 % al 80 %, preferentemente del 60 % al 75 %. Después de la transferencia de calor en el intercambiador de calor de absorción, el fluido de regeneración tiene ventajosamente una temperatura de 25 °C a 45 °C, preferentemente de 25 °C a 40 °C, y una humedad relativa del 30 % al 70 %, preferentemente del 35 % al 60 %. Después del acondicionamiento por el lado caliente de la fuente de calor/frío, el fluido de regeneración tiene ventajosamente una temperatura de 60 °C a 100 °C, preferentemente de 70 °C a 95 °C, y una humedad relativa del 1 % al 10 %, preferentemente del 3 % a 7 %. Tras la regeneración del segundo intercambiador de calor de absorción, el fluido de regeneración tiene ventajosamente una temperatura de 30 °C a 50 °C, preferentemente de 33 °C a 45 °C, y una humedad relativa del 70 % al 95 %, preferentemente del 80 % al 95 %.  
45

50 Opcionalmente, se puede añadir aire interno al fluido de proceso secado y enfriado, es decir, al fluido de proceso acondicionado, antes de que fluya hacia la zona que hay que acondicionar. Con una mezcla de este tipo, la proporción de fluido de proceso secado y enfriado con respecto al aire interno es ventajosamente de 1 a 60, preferentemente de 10 a 40.

55 Ventajosamente, sin embargo, el fluido de proceso 100 % secado y enfriado se introduce en la zona que hay que acondicionar.

Opcionalmente, el fluido de proceso secado y enfriado pasa a través de un dispositivo de adsorción antes de ser introducido en la zona que hay que acondicionar. Este dispositivo de adsorción puede compensar las fluctuaciones de la humedad relativa.

60 En la Figura 1 se muestra una posible interconexión de los distintos flujos de fluidos. Los dispositivos según la invención se caracterizan por el hecho de que, aparte de las válvulas controlables eléctricamente o las aletas de ventilación, no contienen ninguna pieza móvil, en particular giratoria. Los intercambiadores de calor de absorción, preferentemente intercambiadores de calor de flujo cruzado, en los que tiene lugar el secado del aire, y la fuente de calor-frío, en la que tiene lugar el control de la temperatura del aire de alimentación y del aire de regeneración, están conectados entre sí exclusivamente mediante piezas de conexión, por ejemplo, tuberías fijas o mangueras móviles.  
65

- Ventajosamente, los dispositivos según la invención son dispositivos particularmente compactos. Por "compacto" se entiende un diseño especialmente pequeño, caracterizado por una dimensión longitudinal de 300 cm a 60 cm, preferentemente de 200 cm a 80 cm, preferentemente de 120 cm a 100 cm, una segunda dimensión longitudinal de 200 cm a 50 cm, preferentemente de 120 cm a 60 cm, preferentemente de 100 cm a 70 cm y una tercera dimensión de 100 cm a 25 cm, preferentemente de 50 cm a 25 cm, preferentemente de 35 cm a 25 cm.
- Cuando se usan tuberías estrechas, es decir, cuya sección transversal a través de la cual fluye el aire es al menos un 30 % más pequeña que la sección transversal de flujo del intercambiador de calor, es ventajoso optimizar el comportamiento de flujo del aire a través del intercambiador de calor para que todos los canales fluyan a una presión similar. Para ello, es ventajoso insertar elementos que extienden el flujo de aire en forma de superficie y/o de lámina directamente, es decir, preferentemente a una distancia de 1 a 10 cm, por delante de los intercambiadores de calor. Algunos ejemplos son los filtros, rejillas y/o rejillas de ventilación, que se pueden usar junto con conectores cónicos, o los sistemas de múltiples vías equipados con válvulas y/o aletas de ventilación, que pueden dirigirse sistemáticamente a diferentes sistemas de conductos de un intercambiador de calor durante un ciclo. Se pueden omitir los largos conductos de alimentación descritos en la bibliografía, que extienden el flujo de aire en forma de lámina y lo preparan para su paso por el intercambiador de calor.
- La invención también puede ser empleada para otros sorbatos además del agua.
- Los adsorbentes preferentes muestran una alta selectividad para adsorber moléculas de vapor polares de los gases. Los siguientes materiales tienen la capacidad de adsorber el vapor de agua del aire húmedo: carbón modificado (carbón activado), geles de sílice, óxido de aluminio activado, bauxita activada, tamices moleculares y materiales de estructura organometálica (MOF), sales de litio fijadas en óxidos, por ejemplo, óxido de silicio.
- Se usan ventajosamente materiales de estructura organometálica con propiedades de absorción de agua y/o carbón modificado (carbón activado).
- Los MOF son superiores a los materiales adsorbentes clásicos tales como los geles de sílice o las zeolitas en varias propiedades: (i) Capacidad de saturación: Las zeolitas requieren 10 kg de material de adsorción por litro de agua, mientras que los MOF requieren de 1 a 2 kg de material de adsorción por litro de agua, ii) temperatura de regeneración: Las zeolitas requieren de 140 °C a 170 °C, mientras que los MOF requieren de 70 °C a 80 °C, (iii) entalpía de adsorción: Los MOF liberan de media un 20-30 % menos de calor de adsorción.
- Una ventaja importante para la presente invención es el equilibrio termodinámico de secado "agua (gaseosa) a agua fijada en el adsorbente": En el caso de los MOF, este equilibrio está menos del lado del agua fijada en comparación con las zeolitas. Esto significa que se puede evitar el secado excesivo cuando se usan MOF. Además, puede evitarse por completo la rehumidificación con los problemas antes mencionados. Además, el uso de carbón modificado (carbón activado) también puede evitar el sobrecalentamiento.
- Ventajosamente, los MOF del siguiente grupo se pueden usar individualmente o como mezcla como MOF adsorbentes de agua: HKUST-1, MOF-804, Basolite A120, BASOLITE® A520, MIL-160, MOF-841, UIO-66, DUT-67 y/o MOF-801.
- Ventajosamente, los MOF adsorbentes de agua también tienen una estabilidad de ciclo de > 100.000, donde un ciclo consiste en los modos de adsorción y regeneración.
- Ventajosamente, los MOF del siguiente grupo se pueden usar individualmente o como mezcla como MOF adsorbentes de agua y estables al ciclo: BASOLITE® A520, MIL-160, MOF-841, UIO-66, DUT-67 y/o MOF-801.
- El MOF de fumarato de aluminio, disponible comercialmente como BASOLITE® A520, y el MIL160 son particularmente adecuados como materiales de adsorción.
- Los MOF pueden producirse fácilmente a partir de reactivos baratos y tienen suficiente estabilidad en el agua. Los MOF son conocidos en el estado de la técnica y se describen, por ejemplo, en los documentos US 5.648.508, EP-A-0 790 253, M. O'Keeffe et al, J. Sol. State Chem., 152 (2000), página 3 a 20, H. Li et al, Nature 402, (1999), página 276, M. Eddaoudi et al, Topics in Catalysis 9, (1999), página 105 a 111, B. Chen et al, Science 291, (2001), página 1021 a 1023, DE-A-101 11 230, DE-A 10 2005 053430, WO-A 2007/054581, WO-A 2005/049892 y WO-A 2007/023134 .
- El material de adsorción, en particular los MOF, puede suministrarse como material en polvo, gránulos, cuerpos moldeados o monolitos y puede, por ejemplo, disponerse en una carcasa como matriz, como revestimiento o como relleno, como un lecho empaquetado o un lecho móvil.
- En una forma de realización preferente de la presente invención, el material de sorción se deposita como revestimiento sobre un sustrato, ventajosamente sobre las paredes y/o los interiores de los canales de sorción del intercambiador de

calor adsorbente. El material de sorción puede estar recubierto con o sin un aglutinante. El sustrato es preferentemente de metal.

La presente invención se refiere además a un aparato de climatización, según la reivindicación 7, para acondicionar un fluido, preferentemente para enfriar y/o secar aire, que comprende

- un primer intercambiador de calor de absorción, preferentemente un intercambiador de calor de flujo cruzado, que tiene canales de absorción en al menos una dirección de flujo y canales de intercambio de calor en al menos una dirección de flujo
- una fuente de calor-frío dispuesta aguas abajo del primer intercambiador de calor de absorción en la dirección de flujo de los canales de sorción y una fuente de calor-frío dispuesta aguas abajo del primer intercambiador de calor de absorción en la dirección de flujo de los canales del intercambiador de calor para disipar calor y para absorber calor, y
- un segundo intercambiador de calor de absorción, preferentemente un intercambiador de calor de flujo cruzado, dispuesto a continuación de la fuente de calor-frío para absorber calor, que tiene canales de sorción en al menos una dirección de flujo y tiene canales de intercambiador de calor en al menos una dirección de flujo, estando los canales de sorción del segundo intercambiador de calor dispuestos en la dirección de flujo de los canales de intercambiador de calor del primer intercambiador de calor.

Los MOF se usan ventajosamente como material de adsorción, véase la descripción anterior y las preferencias.

Los dispositivos de filtrado y limpieza se instalan ventajosamente aguas arriba de los intercambiadores de calor de absorción. Los dispositivos para silenciar el fluido de proceso se instalan ventajosamente aguas arriba de los intercambiadores de calor de absorción.

Preferentemente, el intercambiador de calor es un intercambiador de calor de flujo de absorción cruzado aire-aire, que se caracteriza porque el intercambiador de calor tiene canales de sorción en al menos una dirección de flujo, que tienen materiales de estructura organometálica absorbentes de agua como material de adsorción, y tiene canales de intercambiador de calor en al menos otra dirección de flujo, conteniendo los canales de intercambiador de calor menos del 5 % de material de adsorción en relación con la carga de los canales de sorción con material de adsorción.

Ventajosamente, los canales del intercambiador de calor no tienen material de adsorción.

El intercambiador de calor de flujo cruzado aire-aire está ventajosamente configurado de tal manera que se disponen una pluralidad de canales de sorción conectados en paralelo y una pluralidad de canales de intercambiador de calor conectados en paralelo. El término conexión paralela significa que cada uno de estos canales de flujo tiene una entrada y una salida comunes. Preferentemente, los canales de sorción y los canales de intercambio de calor del intercambiador de calor de sorción están dispuestos alternativamente. Esta disposición alterna permite optimizar la transferencia de calor dentro del intercambiador. Al mismo tiempo, debe evitarse la mezcla de las corrientes de fluidos.

La anchura del canal es ventajosamente de 0,5 a 2 mm, en particular de 0,7 a 1,5 mm. La anchura de los canales de sorción y de los canales del intercambiador de calor puede ser diferente. Ventajosamente, la resistencia al flujo de los canales de sorción y de los canales del intercambiador de calor es la misma. Los canales de adsorción son, por lo tanto, ventajosamente más anchos que los canales del intercambiador de calor en el doble del espesor del revestimiento del material de adsorción.

El espesor del revestimiento del material de adsorción es ventajosamente de 10 a 200 µm, preferentemente de 20 a 150 µm, en particular de 25 a 100 µm.

El intercambiador de calor de flujo cruzado aire-aire se usa ventajosamente para acondicionar aire fresco, en particular en edificios o vehículos.

El procedimiento para acondicionar fluidos y el dispositivo de climatización correspondiente se usan ventajosamente para acondicionar aire para la climatización de edificios o vehículos, en particular trenes y coches eléctricos. Este proceso y este dispositivo son especialmente ventajosos para la climatización de hospitales, laboratorios y otras instalaciones en las que se requiere un suministro de aire fresco al 100 %.

Además, la presente invención se refiere a un elemento de fachada con un dispositivo de climatización incorporado según la presente invención. La compacidad del aparato de climatización según la invención permite su instalación en un elemento de fachada y, por lo tanto, la posibilidad de una climatización descentralizada y flexible. Esta descentralización también permite un control individual y casi personalizado de la climatización, por ejemplo, la selección de la temperatura para cada elemento de la fachada. Este control individualizado podría realizarse, por ejemplo, a través de aplicaciones.

La ventaja de la presente invención reside en la sinergia de las siguientes características (i) uso de un material de adsorción eficaz, en particular un material de adsorción con una alta capacidad de carga y bajas temperaturas de

reciclado, (ii) uso de un fluido de regeneración que tenga la mayor diferencia de temperatura y diferencia de humedad posible con respecto al material de adsorción seleccionado (regenerado) y (iii) uso del calor de adsorción para la regeneración.

- 5 Por medio de la presente invención, se podría evitar el problema del secado excesivo y el rehumedecimiento asociado. No hay condensación en ningún punto. Además, los dos flujos de fluidos, aire exterior y aire de escape interior, pueden mantenerse separados en todo el sistema de climatización. Al evitar una unidad de compresor, este aparato de climatización requiere poco mantenimiento. Usando un material de adsorción de gran capacidad, pueden construirse aparatos de climatización compactos que pueden integrarse en un edificio de forma descentralizada. La unidad compacta de climatización ofrece la posibilidad de integrarla en un elemento de la fachada y controlarla de forma descentralizada. Además, el uso de un material de adsorción de gran capacidad y baja temperatura de regeneración simplificó la regeneración. La regeneración de la presente invención se puede cambiar de aire exterior a aire de escape interior debido a la reducción de los requisitos de regeneración. Este uso del aire de escape interior como fluido de regeneración ofrece la posibilidad de simplificar el control, ya que las fluctuaciones de temperatura y humedad del aire de escape interior -a diferencia del aire de escape exterior- se encuentran dentro de un estrecho margen.

Figura 1: Estructura abstracta del aparato de climatización

En la figura 1 se usan las siguientes abreviaturas:

- OL Aire exterior
- KL Climatización
- IL Aire interior
- AL Aire de escape
- 10 Intercambiador de calor del absorbedor 1
- 11 Intercambiador de calor del absorbedor 2
- 20 Bomba de calor
- 21 Fuente de calor o polo caliente de la bomba de calor
- 22 Fuente o polo frío de la bomba de calor
- 25 23 Energía de accionamiento de la bomba de calor

Figura 2: Estructura del intercambiador de calor aire-aire de flujo cruzado

En la figura 2 se usan las siguientes abreviaturas:

- 50 Superficie del intercambiador de calor recubierta con absorbente
- 51 Superficie del intercambiador sin revestimiento
- 60 Flujo del fluido que hay que secar o regenerar, preferentemente aire
- 61 Flujo de fluido refrigerante de regeneración, preferentemente aire de escape

Figura 3: Primer estado de conmutación del aparato de climatización según la invención

En la parte inferior de la figura 3, el aire exterior filtrado entra en el aparato y es conducido a los canales de sorción del primer intercambiador de calor revestido a través de la rama izquierda. El aire seco sale del intercambiador de calor hacia arriba, en dirección al elemento de refrigeración, etiquetado aquí como sistema de refrigeración Peltier. En la parte superior izquierda de la figura, el aire fluye desde el interior hacia los conductos del intercambiador de calor del primer intercambiador activo y, calentado por el calor de adsorción, lo abandona por la derecha en dirección al calentador auxiliar, en este ejemplo realizado como calentador eléctrico de tubo. El aire calentado fluye desde arriba hacia los canales de sorción del segundo intercambiador de calor para regenerarse y abandona el dispositivo con vapor de agua procedente del proceso de regeneración.

Figura 4: Segundo estado de conmutación del aparato de climatización según la invención

En la parte inferior de la figura 4, el aire exterior filtrado fluye hacia el interior del aparato y es canalizado a través de la rama derecha hacia los canales de sorción del intercambiador de calor revestido previamente regenerado. El aire seco sale del intercambiador de calor hacia arriba, en dirección al elemento de refrigeración, etiquetado aquí como sistema de refrigeración Peltier. En la parte superior izquierda de la figura, el aire fluye desde el interior hacia los canales del intercambiador de calor activo y, calentado por el calor de adsorción, lo abandona hacia la izquierda en dirección al calentador auxiliar, aquí realizado como un calentador eléctrico de tubo. El aire calentado fluye desde arriba hacia los canales de sorción del segundo intercambiador de calor para regenerarse y abandona el dispositivo con vapor de agua procedente del proceso de regeneración.

#### Ejemplo 1:

El fumarato de aluminio se preparó según el documento EP2 230 288.

Se preparó una dispersión de 1300 g de fumarato de aluminio y 3300 g de agua destilada agitando a 570 rpm con un agitador de disco dentado (7 cm de diámetro de disco; Heidolph RZR2010control) durante 15 minutos. Tras añadir 810 g de dispersión de poliacrilato (Acronal® Edge, 40 % de sólidos), se aumentó la velocidad del agitador a 740 rpm durante 15 min. Se mezclaron cinco lotes así preparados con un agitador de hélice (diámetro 10 cm, IKA EURO ST 40DS0000) y

se homogeneizaron durante 12 horas. A continuación, se eliminó la espuma y se desgasificó la dispersión mediante agitación lenta.

5 La dispersión tenía una viscosidad de 4 Pa s a 10 Hz (medida con Anton Paar, MCR102, PP50, separación de 400 µm, 25 °C).

10 Se llenó dos veces la dispersión a través de uno de los dos sistemas de canales de un intercambiador de calor de contracorriente hecho de aluminio (longitud 397 mm; altura 172 mm; anchura 200 mm; anchura de canal sin recubrimiento aprox. 1 mm; Klingenburg GS18-200) y los canales se soplaron con aire. Tras secar el intercambiador, se produjo un aumento de peso de 346 g, lo que correspondía a un espesor medio de la capa de 96 µm.

#### Ejemplo 2:

15 Se conectó un intercambiador de calor revestido como en el ejemplo 1 de manera que el aire a 27 °C y 90 % de humedad relativa pasara a través del haz de conductos revestido (1) (OL), y el aire a 20 °C y 80 % de humedad relativa (IL) pasara a través del otro haz de conductos. El caudal era de 50 m<sup>3</sup>/h. En los primeros 5 minutos de funcionamiento del adsorbedor, se alcanzaron temperaturas de entre 28 °C y 32 °C y una humedad relativa de entre el 35 % y el 50 % en el lado de salida del haz de canales revestidos (KL). La entalpía del aire se redujo casi isotérmicamente de 80 kJ/kg a 63 kJ/kg.

20 20 El flujo de salida del haz de conductos sin revestimiento (AL) mostró un aumento de la temperatura de hasta 30 °C. La entalpía de este flujo de aire aumentó de aproximadamente 51 kJ/m<sup>3</sup> a aproximadamente 63 kJ/m<sup>3</sup>.

25 Se calentó 10° el intercambiador de calor . En los primeros 5 minutos, se transfirieron 60 kJ/m<sup>3</sup> del flujo de aire exterior (OL→ KL) al flujo de aire interior (IL → AL), lo que corresponde aproximadamente al 50 % de la entalpía de adsorción del agua sobre el fumarato de aluminio.

#### Ejemplo 3:

30 30 Se enjuagó el intercambiador de calor del ejemplo 2 con aire caliente y seco (90 °C, 3 % de humedad relativa) durante 5 minutos. A continuación se repitió el experimento del ejemplo 2. En el lado de salida del haz de conductos revestidos, se midieron temperaturas de entre 27 °C y 33 °C y entre 40 y 50 % de humedad relativa en los primeros 5 minutos.

#### Ejemplo 4:

35 35 Comparación con Kubota et al.

	Según la invención	Kubota et al
Intercambiador de calor	Intercambiador de calor de placas aire-aire aprox. 20 cm x 20 cm x 40 cm, sin aletas internas, superficie interna aprox. 1 m <sup>2</sup>	Intercambiador de calor de placas aire-aire de aprox. 20 cm x 20 cm x 20 cm, con aletas internas; superficie interna de aprox. 12 m <sup>2</sup>
Revestimiento	Fumarato de aluminio, aprox. 150 g/m <sup>2</sup>	Aluminofosfato, aprox. 30 g/m <sup>2</sup>
Cantidad total de adsorbido	150 g	360 g
Velocidad del flujo	60 m <sup>3</sup> /h	1 m/s, 72 m <sup>3</sup> /h
Tiempo de adsorción hasta la mitad del máximo (time to half maximum), medida de la duración del ciclo	300 s	300 s

#### Tiempo de adsorción hasta la mitad de residuos:

40 40 Cuando el aire exterior (ODA) fluye a través de un intercambiador de calor recién regenerado, se seca muy rápidamente. La entalpía de adsorción resultante hace que aumente la temperatura. El aumento de la ocupación del adsorbente con agua conduce a una reducción de la adsorción de humedad y de la entalpía de adsorción. Por lo tanto, con el paso del tiempo el aire de escape (SUP) se approxima al aire exterior en términos de humedad y temperatura. A continuación, debe cambiarse al otro ciclo. La medida característica del tiempo de ciclo de una instalación con dos intercambiadores de calor revestidos que funcionan alternativamente es el tiempo transcurrido desde el inicio de la adsorción hasta el momento en que la temperatura o la humedad se han igualado a la mitad del máximo de las condiciones del aire exterior. En estas condiciones, puede suponerse que la cantidad de adsorbente rápidamente disponible está ocupada y que la distribución de la entalpía de adsorción es en gran medida completa.

#### Explicación de la evaluación de las curvas de medición: Figura 5

50

Evaluación de la curva de medición para 60 m<sup>3</sup>/h. La humedad del aire exterior (ODA) es de 20 g/kg, la del aire de alimentación (SUP) varía con la saturación del adsorbedor. Con un adsorbedor regenerado, la humedad es de 5g/kg, con periodos largos se acerca al aire exterior. La curva puede caracterizarse por la vida media, que aquí se muestra mediante las líneas a 13 g/kg y aprox. 350 s.

5

Figura 6: Curva de adsorción y desorción del MOF de fumarato de aluminio. El diagrama muestra el estado de equilibrio de la carga de MOF con agua en función de la humedad relativa. A diferencia de las mediciones análogas típicas en zeolitas, los MOF se caracterizan por una curva de dos partes: Por debajo del 20 % de humedad relativa, el MOF no absorbe vapor de agua, es decir, no reseca el aire en exceso. Entre el 20 y el 40 % de humedad relativa, el MOF absorbe hasta el 30 % de su propio peso en humedad. A humedades relativas aún mayores, se produce una absorción de agua aún más continua.

10

#### **Explicación del diagrama de Mollier, Figura 7:**

15

El diagrama muestra las posibles combinaciones de humedad absoluta y temperatura. En esta ilustración se omite la influencia de la humedad en la densidad del aire (este efecto haría que las isotermas (estados de la misma temperatura) aumentaran ligeramente de izquierda a derecha)

20

La capacidad de absorción del aire para el vapor de agua aumenta con el incremento de la temperatura. La curva de saturación se da con una humedad relativa del 100 %. Por debajo de esta temperatura, la humedad se condensa en forma de niebla. Por eso también se la conoce como "curva de niebla". El intervalo de confort para oficinas se sitúa entre el 40 % de humedad relativa / 20 °C y el 60 % de humedad relativa / 26 °C.

25

Un clima exterior típico en un clima cálido y húmedo es, por ejemplo, el punto con 30 °C y 80 % de humedad relativa (aprox. 23g/kg de vapor de agua). Para lograr el confort interior, ante todo hay que secar el aire. En la tecnología de climatización establecida, esto se hace enfriando a aprox. 10 °C para que la humedad se condense hasta que la humedad absoluta sea de aprox. 10-12 g/kg (curva de niebla).

30

El intercambiador de calor revestido permite secar el aire casi isotérmicamente sin enfriamiento.

35

El secado sin intercambiador de calor provocaría un aumento de la temperatura del aire debido a la liberación de la entalpía de condensación y adsorción del agua.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de acondicionamiento de un fluido, que comprende las siguientes etapas:

(a) Hacer circular el fluido de proceso a través de los canales de sorción de un primer intercambiador de calor de absorción (10),

(b) Secar el fluido de proceso en el primer intercambiador de calor de absorción (10),  
 (c) Hacer circular el fluido de proceso seco hacia el lado frío de una fuente de frío (22),  
 (d) Enfriar el fluido de proceso secado en una fuente de frío (22),

(e) Hacer circular el fluido de proceso secado y enfriado hacia la zona que hay que acondicionar,  
 (f) Hacer circular en paralelo del fluido de regeneración a través de los canales del intercambiador de calor del primer intercambiador de calor de absorción (10),

(g) Absorber el calor de adsorción por parte del fluido de regeneración,

(h) Hacer circular el fluido de regeneración calentado hacia el lado caliente de una fuente de calor (21),

(i) Calentar adicionalmente el fluido de regeneración en la fuente de calor (21),  
 (j) Hacer circular el fluido de regeneración calentado a través de los canales de sorción de un segundo intercambiador de calor de absorción (11),

(k) Evaporar los adsorbatos almacenados en el segundo intercambiador de calor de absorción (11) y absorber dichos adsorbatos por parte del fluido de regeneración,

(l) Hacer circular el líquido de regeneración húmedo hacia una zona exterior,

(m) Interrumpir la circulación del fluido de proceso y del fluido de regeneración en el primer intercambiador de calor de adsorción (10),

(n) Hacer circular el fluido de proceso a través de los canales de sorción de un segundo intercambiador de calor de absorción (11),

(o) Secar el fluido de proceso en el segundo intercambiador de calor de absorción (11),

(p) Hacer circular el fluido de proceso seco hacia el lado frío de una fuente de frío (22),

(q) Enfriar el fluido de proceso secado en una fuente de frío (22),

(r) Hacer circular el fluido de proceso secado y enfriado hacia la zona que hay que acondicionar,

(s) Hacer circular en paralelo el fluido de regeneración a través de los canales del intercambiador de calor del segundo intercambiador de calor de absorción (11),

(t) Absorber el calor de adsorción por parte del fluido de regeneración,

(u) Hacer circular el fluido de regeneración calentado hacia el lado caliente de una fuente de calor (21),

(v) Calentar adicionalmente el fluido de regeneración en la fuente de calor (21),

(w) Hacer circular el fluido de regeneración calentado a través de los canales de sorción de un primer intercambiador de calor de absorción (10),

(x) Evaporar los adsorbatos almacenados en el primer intercambiador de calor de absorción (10) y absorber estos adsorbatos por parte del fluido de regeneración,

(y) Hacer circular el fluido de regeneración húmedo hacia una zona exterior.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el aire de escape de la zona que hay que acondicionar se usa como fluido de regeneración.

3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, en el que después del paso (l), hacer circular el fluido de regeneración húmedo hacia una región exterior y antes del paso (m), interrumpir la circulación del fluido de proceso y del fluido de regeneración hacia el primer intercambiador de calor de absorción, tiene lugar el enfriamiento del segundo intercambiador de calor de absorción.

4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que el enfriamiento del segundo intercambiador de calor de absorción (11) se consigue haciendo circular a través del intercambiador de calor el fluido de regeneración para el segundo intercambiador de calor (11), el fluido de proceso acondicionado y/o el aire exterior.

5. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el procedimiento funciona cíclicamente.

6. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que se usan bombas de calor basadas en sistemas de compresor (20) como fuente de calor o frío.

7. Dispositivo de climatización para acondicionar un fluido con

- un primer intercambiador de calor de absorción (10) que presenta canales de sorción en al menos una dirección de flujo y canales de intercambio de calor en al menos una dirección de flujo

- una fuente de calor-frío (21, 22) dispuesta aguas abajo del primer intercambiador de calor de absorción (10) en la dirección de flujo de los canales de sorción y aguas abajo del primer intercambiador de calor de absorción (10) en la dirección de flujo de los canales de intercambio de calor para disipar calor y para absorber calor, y

- un segundo intercambiador de calor de absorción (11) dispuesto aguas abajo de la fuente de calor-frío (21, 22) para absorber calor, que presenta canales de sorción en al menos una dirección de flujo y presenta canales de intercambiador de calor en al menos una dirección de flujo, en donde los canales de sorción del segundo intercambiador de calor (11)

están dispuestos aguas abajo y en la dirección de flujo de los canales de intercambiador de calor del primer intercambiador de calor (10).

- 5    8. Dispositivo de climatización según la reivindicación 7, **caracterizado porque** los intercambiadores de calor (10, 11) y las fuentes de calor-frío (21, 22) están conectados a través de tuberías fijas y/o de mangueras móviles.
- 10    9. Dispositivo de climatización según las reivindicaciones 7 u 8, en donde el dispositivo no contiene ningún componente giratorio.
- 10    10. Dispositivo de climatización según al menos una de las reivindicaciones 7 a 9, en el que se insertan elementos delante de los intercambiadores de calor que extienden el flujo de aire en forma de superficie y/o de lámina.
- 15    11. Dispositivo de climatización según al menos una de las reivindicaciones 7 a 10, en el que el material de adsorción presenta una densidad de 0,2 a 2 g/cm<sup>3</sup> y se usan materiales de estructura organometálica y/o carbono modificado como material de adsorción en los canales de sorción.
- 20    12. Dispositivo de climatización según la reivindicación 7, en el que, como material de adsorción en los canales de sorción, se usan materiales de estructura organometálica (MOF) del siguiente grupo: A520, MIL-160, MOF-841, UIO-66, DUT-67 y/o MOF-801.
- 25    13. Dispositivo de climatización según al menos una de las reivindicaciones 7 a 12, en el que se usan intercambiadores de calor de flujo cruzado.
- 25    14. Uso del dispositivo de climatización según al menos una de las reivindicaciones 7 a 12 para acondicionar fluidos en edificios y vehículos, así como en hospitales y/o laboratorios.
- 30    15. Elemento de fachada que comprende un dispositivo de climatización según al menos una de las reivindicaciones 7 a 13.

Figura 1

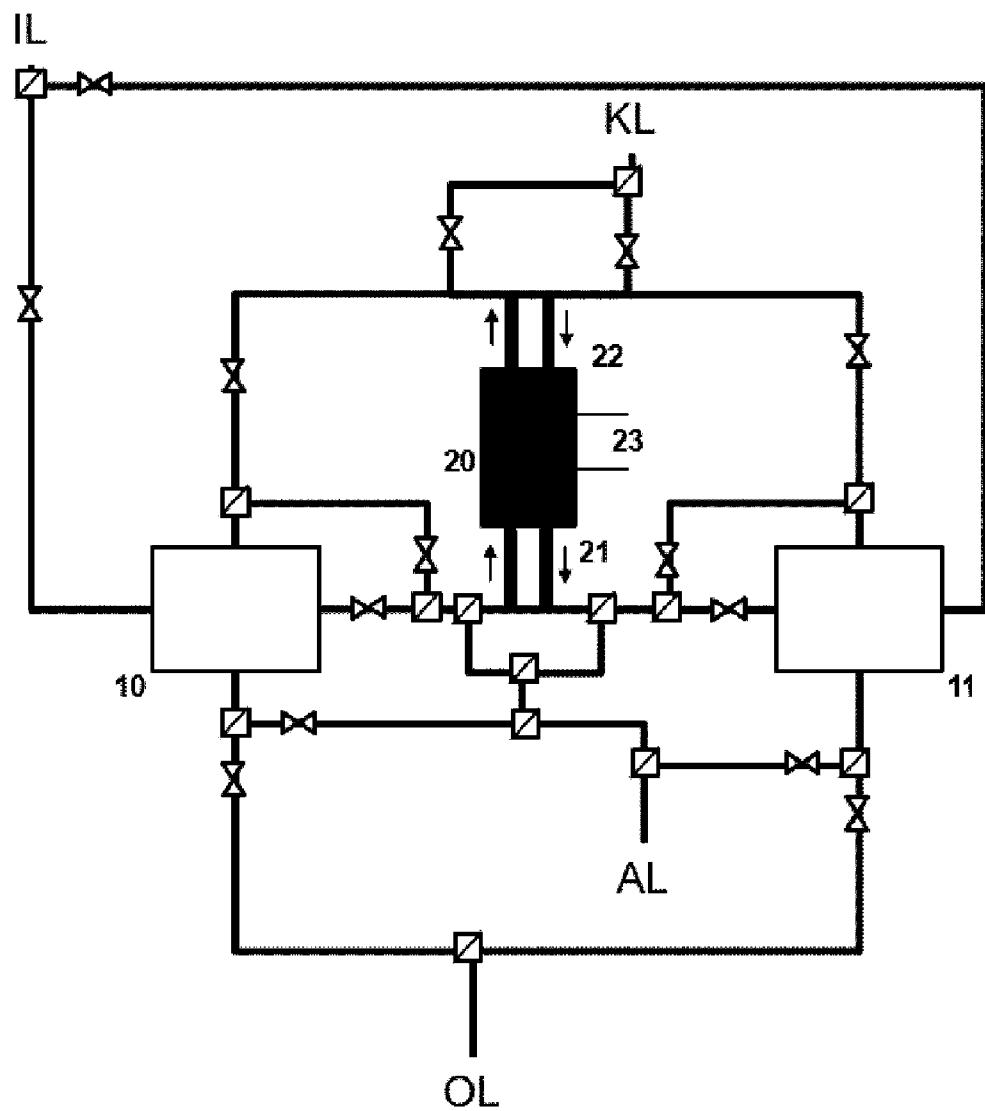


Figura 2

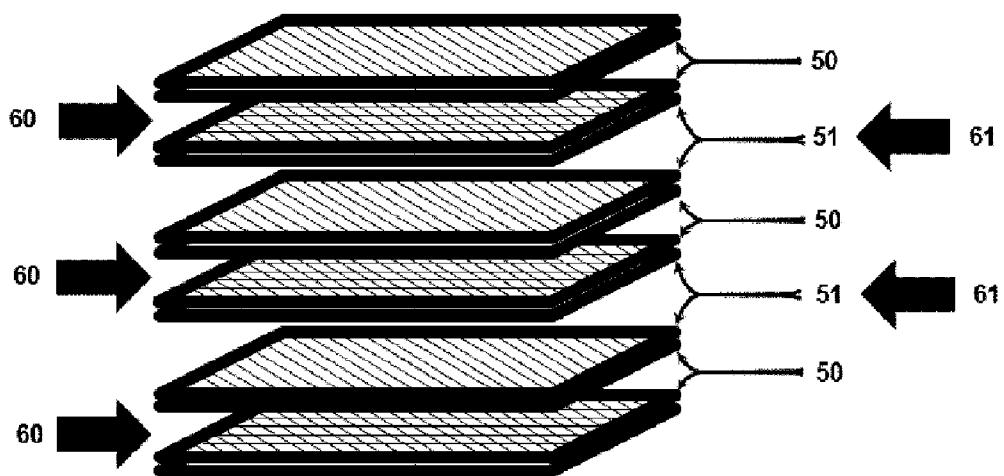


Figura 3

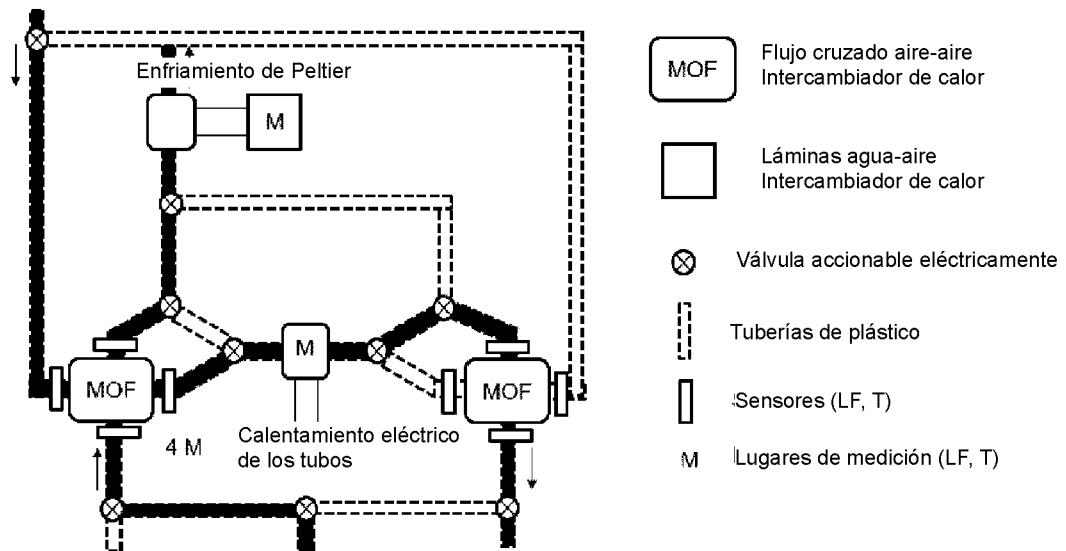


Figura 4

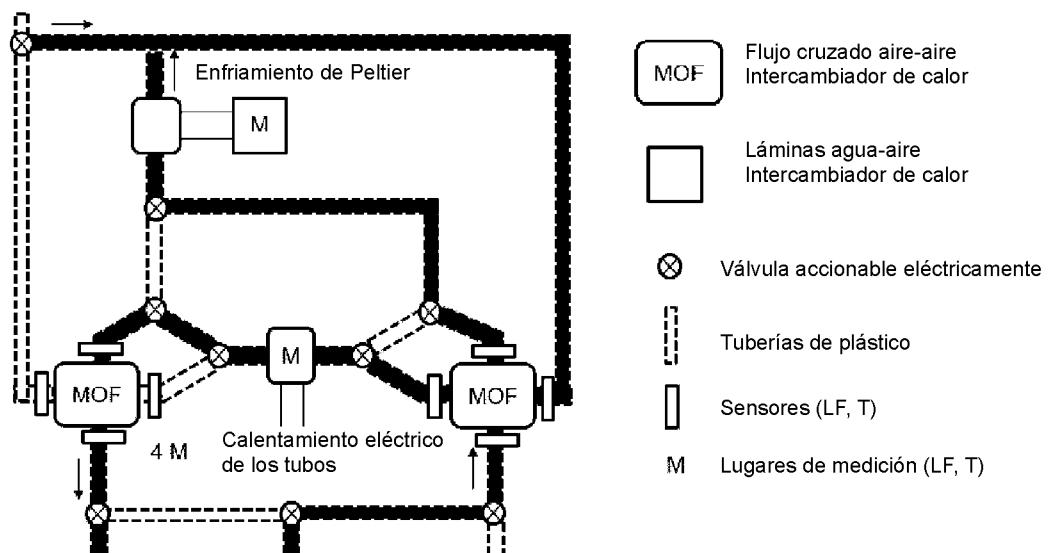


Figura 5

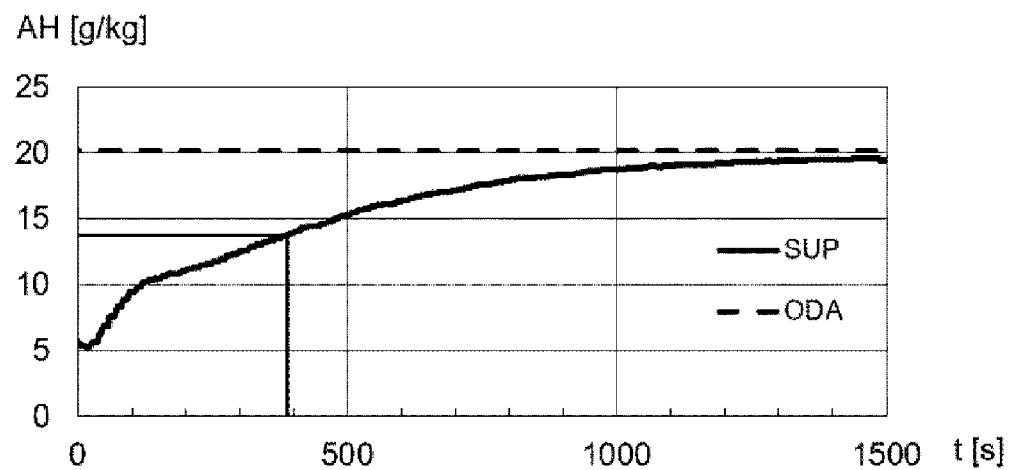


Figura 6

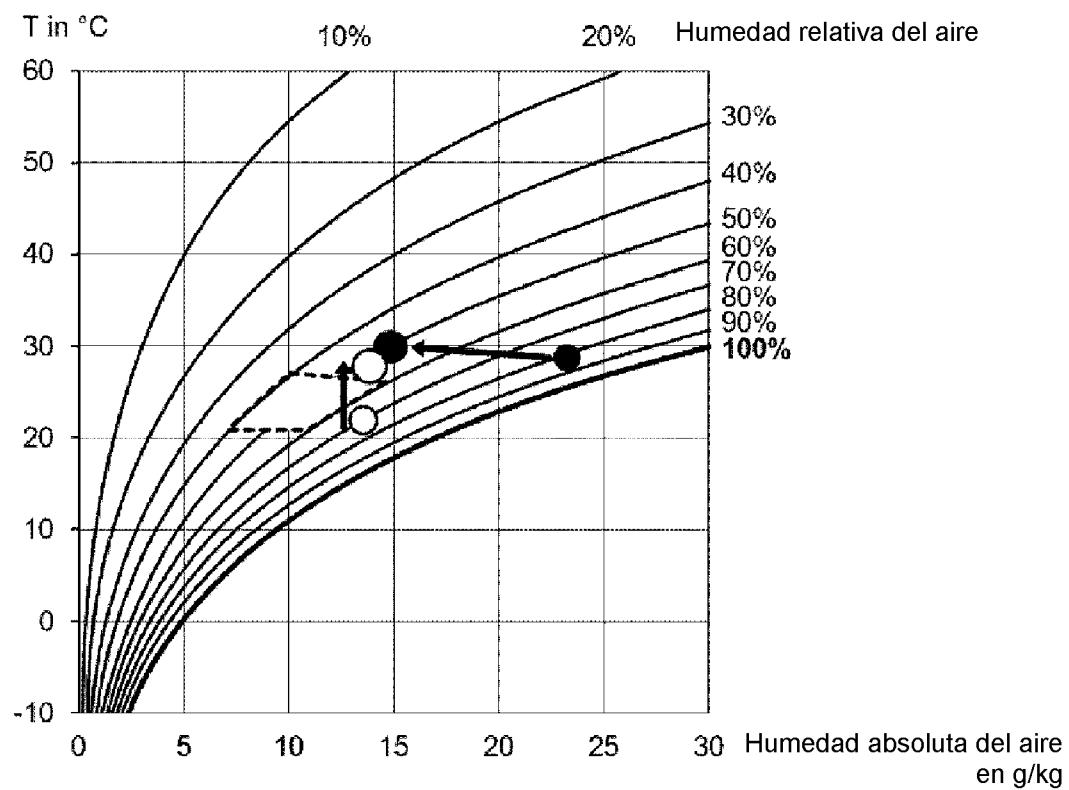


Figura 7

**Adsorción/desorción de H<sub>2</sub>O**

Peso ( %)

