

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 695**

51 Int. Cl.:

F24F 6/04 (2006.01)

F28C 1/02 (2006.01)

F24F 5/00 (2006.01)

F28F 25/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2009 E 09177670 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 2206980**

54 Título: **Dispositivo de humidificación adiabático, particularmente para unidades de enfriamiento de aire**

30 Prioridad:

04.12.2008 IT MI20082147

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

23.04.2018

73 Titular/es:

**M.I.T.A.MATERALI ISOLATIN TERMOTECNICI ED
ANTINQUINAMENTO IN VIA BREVE M.I.T.A.
S.R.L. (100.0%)
VIA ANTONIO M.FONTANA 1
27010 SIZIANO PV, IT**

72 Inventor/es:

FONTANA, ALESSANDRO

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 664 695 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

Dispositivo de humidificación adiabático, particularmente para unidades de enfriamiento de aire.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de humidificación adiabático particularmente para unidades de enfriamiento de aire.

10 En el campo de las unidades de enfriamiento de aire y de máquinas de enfriamiento en general, con el fin de aumentar su ineficiencia, están generalizados los dispositivos de humidificación de aire que pueden dividirse en dos categorías principales: las que comprenden un conjunto de humidificación y los dispositivos de atomización.

15 En lo que respecta al primero, el conjunto de humidificación consiste en paneles contorneados, que están pegados entre sí para formar un cuerpo monolítico que define una pluralidad de canales de paso para el agua que se pulveriza sobre el conjunto de humidificación.

20 Tales paneles están realizados normalmente en láminas de papel absorbente, por ejemplo, realizados en celulosa, que están impregnadas con resinas que, además de proporcionar resistencia mecánica, proporcionan protección contra procesos de descomposición, para permitir una impregnación con agua, pulverizada sobre ellos por medio de pulverizadores, que se absorbe posteriormente por un flujo de aire que pasa a través del conjunto de humidificación.

Más precisamente, el cruce del aire por el conjunto de humidificación se produce, en dispositivos conocidos, sustancialmente en ángulos rectos con respecto al sentido de pulverización de agua.

25 Si el flujo de aire pasa a través del conjunto de humidificación en una dirección horizontal a través de los canales de paso del mismo, el agua que se pulveriza desde arriba pasa, de hecho, a través del conjunto de humidificación y desciende debido a la permeabilidad de las láminas de celulosa que constituyen el conjunto de humidificación y por gravedad.

30 Normalmente, este método de humidificación de aire se utiliza para unidades de enfriamiento del tipo adiabático, puesto que el aire, al absorber agua y por tanto pasar a ser húmedo, experimenta una temperatura de caída sin ningún intercambio de calor.

35 El rendimiento de los dispositivos de humidificación se mide mediante la eficiencia de una reducción de temperatura y el aumento de la humedad del aire.

40 Más precisamente, tanto la eficiencia de reducción de temperatura como la eficiencia de humidificación, que corresponden respectivamente a la razón entre la caída en la temperatura de bola seca del aire y la caída hipotética de la temperatura de aire de termómetro seco si se alcanza la saturación humedad del aire (es decir, con UR = 100%) y a la razón entre el aumento de humedad relativa del aire entre que entra y sale y el aumento hipotético de la humedad relativa del aire entre que entra y sale si se alcanza la temperatura de termómetro húmedo, están unidas a la capacidad para el intercambio de agua entre el conjunto de humidificación y el aire que se filtra a través de ella.

45 Este intercambio de agua es más eficaz cuanto más tiempo pueda permanecer el aire en contacto con las superficies de intercambio del conjunto de humidificación.

50 Cuanto más tiempo permanezca el aire en contacto con las superficies de intercambio, más cargado de agua pasa a estar el aire, aumentando el grado de eficiencia del dispositivo de humidificación.

Para poder prolongar este tiempo de contacto, los tipos convencionales de dispositivos de humidificación optan por dos soluciones diferentes: la primera consiste en montar conjuntos de humidificación grandes y la segunda consiste en limitar tanto como sea posible la velocidad de paso del flujo de aire.

55 En lo que respecta al aumento de las dimensiones de los conjuntos de humidificación, esto supone un aumento de eficiencia en detrimento de costes de fabricación y funcionamiento más altos, que están unidos respectivamente a las dimensiones del conjuntos de humidificación y a un aumento de las pérdidas de carga del flujo de aire que existe desde el dispositivo de humidificación.

60 Cuanto más compleja y larga sea la trayectoria del aire, más energía debe emplearse para superar la resistencia del aire que va a filtrarse a través del conjunto de humidificación.

65 En lo que respecta a una reducción de la velocidad del flujo de aire, esto conduce a un aumento de eficiencia debido a un aumento de tiempos de cruce y una reducción de pérdidas de carga. De esta manera, sin embargo, la velocidad de flujo de aire que puede manejarse mediante el dispositivo de humidificación por unidad de tiempo disminuye, reduciendo por tanto la productividad del dispositivo.

- 5 Estos dispositivos de humidificación conocidos no están desprovistos de desventajas, las cuales incluyen el hecho de que, ya que debe encontrarse una solución intermedia entre la cantidad de aire que se trata y la calidad del tratamiento, la velocidad del flujo de aire tiene un valor que está comprendido habitualmente entre 1 m/s y 2,8 m/s, con el fin de tener valores de eficiencia de reducción de temperatura y de humidificación comprendidos, dependiendo de la configuración del conjunto de humidificación, entre el 80% y el 95% con una velocidad de flujo de aire de 1 m/s y entre el 67% y el 87% con una velocidad de flujo de aire de 2,8 m/s, limitando por tanto el potencial de aire húmedo que puede tratarse por el dispositivo de humidificación.
- 10 Otra desventaja de tipos conocidos de dispositivos de humidificación consiste en que el conjunto de humidificación requiere una mojadura uniforme y continua y por tanto el consumo de agua afecta considerablemente los costes de funcionamiento de tal dispositivo.
- 15 Además, una mojadura frecuente del conjunto de humidificación puede dar lugar a la difusión de gotas de agua en todo el dispositivo de humidificación, suponiendo por tanto una deposición de agua no deseada en las superficies impactadas por el flujo de aire que se trata, con una formación posterior de mohos y similares que hacen que el dispositivo de humidificación apenas sea higiénico.
- 20 Adicionalmente, se conocen dispositivos de humidificación de aire que se basan en la atomización de agua en un flujo de aire. De esta manera, las partículas de agua atomizada se mezclan con el flujo de aire, provocando la humidificación del aire.
- 25 Esta última técnica de humidificación conocida, que también se utiliza generalmente en la refrigeración de espacios cerrados, también sufre la desventaja de facilitar el transporte, por el flujo de aire, de gotas de agua que se han formado incorrectamente durante el proceso de atomización, suponiendo por tanto una deposición de agua no deseada en las superficies impactadas por el flujo de aire tratado, con la formación posterior de mohos y similares que hacen que el dispositivo de humidificación apenas sea higiénico.
- 30 El documento US 2005/056042 da a conocer un sistema de enfriamiento de aire indirecto y no adiabático, en el que se muestra un intercambiador 12 de calor indirecto con pasos secos para un enfriamiento indirecto de aire 20. El flujo de aire 20 enfriado proporcionado, está enfriado en seco, indirectamente en el intercambiador 12 de calor y el evaporador 62. Se utiliza flujo de aire 22 de escape para enfriar las paredes del intercambiador 12 de calor, a una temperatura de punto de rocío, de termómetro de bola semihúmeda, por evaporación, al tiempo que pasa a través de pasos mojados. El flujo de aire 22, antes de expulsarse, se calienta y deshumidifica en, es decir, toma calor desde un condensador 60. Se produce intercambio de calor al exterior para el flujo de aire (seco) 20, que se enfría en un evaporador 62, conectado a un compresor 58. Se produce también intercambio de calor para agua desde un distribuidor 40 que se enfría en un condensador 60 conectado también al compresor 58. En el condensador 60 el flujo de aire 22 expulsado toma calor desde el condensador 60 y deja agua condensada. El condensador 60 que está conectado a un compresor 58 introduce en/toma calor desde el sistema. Solamente se tratan o cubren superficies mojadas del intercambiador 12, y no todas las placas que forman el intercambiador que incluye también las superficies secas de las mismas placas, para absorber agua a través de las mismas.
- 35 El documento US 2006/000227 da a conocer un enfriamiento de aire directo e indirecto secuencial de dos fases, que requiere intercambio de calor con el exterior, siendo por tanto no adiabático. El dispositivo 10 de enfriamiento está formado por dos secciones. Una primera sección 72 es una fase de enfriamiento indirecto, en la que aire caliente y seco 96 se enfría en seco en primer lugar en pasos 92 secos. Se dan a conocer pasos mojados para enfriar en un intercambiador de calor de tal fase/sección primera que están formados por lados mojados de placas 70, estando sólo estos lados mojados cubiertos con material de base de rayón flocado. Parte del aire enfriado en seco 98 se enfría directamente de manera adicional en la segunda sección de enfriamiento directo 110. La segunda sección de enfriamiento directo 110 está compuesta de un medio evaporativo realizado en láminas acanaladas de papel celulósico tratado con un agente de conservación. En la presente memoria, los "pasos mojados" en la fase evaporativa de enfriamiento directo 110, están realizados en papel foraminoso.
- 40 El objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo de humidificación de aire, particularmente del tipo adiabático, para su utilización en unidades de enfriamiento de aire, que permite la humidificación de un flujo de aire con una eficiencia más alta que los antecedentes de la materia.
- 45 Dentro de este objetivo, un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo de humidificación que supone un consumo más bajo de agua que los antecedentes de la materia.
- 50 Otro objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo de humidificación en el que el agua que se utiliza no se deposite incorrectamente en superficies que reciban el impacto del flujo de aire tratado, con el fin de mantener un ambiente higiénico y saludable.
- 55 Un objetivo adicional de la presente invención consiste en proporcionar un dispositivo de humidificación que sea

fácil de construir, de modo que suponga unos costes de producción competitivos.

Este objetivo, así como estos y otros objetivos que pasarán a ser más aparentes a continuación en la presente memoria, se logran mediante un dispositivo de humidificación adiabático, particularmente para unidades de enfriamiento de aire, que tiene las características expuestas en la reivindicación 1. Un método para humidificación de aire, según la invención, comprende las etapas expuestas en la reivindicación 11. Las características y ventajas adicionales de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto partir de la descripción de una forma de realización preferida pero no limitativa de un dispositivo de humidificación adiabático, particularmente para unidades de enfriamiento de aire, según la invención, ilustrada a título de ejemplo no limitativo en los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una vista en alzado lateral esquemática de una forma de realización de un dispositivo de humidificación adiabático, particularmente para unidades de enfriamiento de aire, según la presente invención;

la figura 2 es una vista en perspectiva de un conjunto de humidificación del dispositivo de humidificación adiabático mostrado en la figura 1;

la figura 3 es una vista de un ejemplo de una aplicación del dispositivo de humidificación adiabático mostrado en la figura 1.

Haciendo referencia a las figuras, el dispositivo de humidificación adiabático, particularmente para unidades de enfriamiento de aire, indicado generalmente por el número de referencia 1, comprende un cuerpo 2 en forma de caja, que forma una trayectoria para la humidificación de un flujo de aire 3 producido por un vacío parcial, que se genera por medios de succión 4, asociado con el cuerpo 2 en forma de caja y que consiste por ejemplo de ventiladores 25 axiales, flujo de aire que se origina a partir de primeras tomas de aire 5 formadas en una parte 2a de extremo del cuerpo 2 en forma de caja que está formado en el lado opuesto de los medios de succión 4.

Más particularmente, el cuerpo 2 en forma de caja contiene al menos un conjunto 6 de humidificación, que está interpuesto entre la parte 2a de extremo y los medios de succión 4 para la humidificación del flujo de aire aspirado 3.

El conjunto 6 de humidificación comprende una pluralidad de paneles 7, que están conectados entre sí y están contorneados para proporcionar una pluralidad de canales para el paso del flujo de aire 3 a través del conjunto 6 de humidificación, con enfriamiento adiabático y humidificación posteriores de dicho flujo de aire 3 a una temperatura que está próxima a la temperatura de termómetro húmedo.

Según la invención, el conjunto 6 de humidificación está realizado en un material del tipo flocado, es decir, el tipo que tiene una superficie externa que es similar, al tacto, a un tejido de terciopelo.

De hecho, los paneles 7 están realizados en dicho material del tipo flocado y tienen la apariencia de un panel rígido hecho por ejemplo de PVC cubiertos por ambos lados por superficies de terciopelo para una mejor impregnación con agua dispensada, tal como se explicará con mayor detalle a continuación en la presente memoria, por medios de distribución 8.

Más particularmente, los paneles 7 presentan un perfil ondulado con un espacio entre una ondulación y la siguiente que es sustancialmente igual a 13 milímetros, para definir canales de paso con una sección transversal para el paso del flujo de aire 3 cuya dimensión es igual a 13 milímetros.

En lo que respecta a los medios de distribución 8, pueden comprender una pluralidad de boquillas 9 de pulverización que están dispuestas alineadas unas con respecto a otras para la pulverización uniforme del conjunto 6 de humidificación.

Ventajosamente, la pulverización del conjunto 6 de humidificación se produce regándolo y mojándolo por medio de agua que se dirige a contracorriente con respecto al sentido del flujo de aire 3 que pasa a través del conjunto 6 de humidificación.

En una configuración general, tal como la mostrada en la figura 1, las boquillas 9 de pulverización pueden estar dispuestas por encima del conjunto 6 de humidificación con respecto a la dirección vertical con el fin de regarlo por medio de la gravedad.

Por consiguiente, el trayecto de humidificación del flujo de aire 3 se dirige desde la parte inferior hacia arriba.

Alternativamente a las boquillas 9 de pulverización, también es posible utilizar un sistema de dispersión de agua del tipo gravitacional (con una cubeta abierta y un desagüe, o con tuberías paralelas con una ranura hacia arriba, o sistemas similares).

Esto se hace con el fin de eliminar hasta la más ligera formación de gotas provocada por una pulverización presurizada.

5 El suministro de las boquillas 9 de pulverización puede confiarse por ejemplo a un sistema de bombeo de agua 10, que comprende al menos una bomba 11 eléctrica que está adaptada para bombear agua desde un depósito de acumulación 12 hasta los medios de distribución 8 a través de uno o más conductos 14.

Más precisamente, con el fin de mantener un nivel de agua constante, el depósito de acumulación 12 puede dotarse de una válvula 13 de flotador.

10 Ventajosamente, con el fin de recuperar el agua que gotea del conjunto 6 de humidificación, el dispositivo 1 de humidificación puede comprender un sistema de recuperación de agua 15, que comprende un depósito de recuperación 16, dispuesto por debajo del conjunto 6 de humidificación y que forma un conducto de descarga 17 y un conducto de recuperación 18, respectivamente, para descargar al menos parte del agua recuperada del depósito de recuperación 16 al interior del sistema de descarga de agua y dirigir al menos parte del agua recuperada, de nuevo desde el depósito 16, al interior del depósito de acumulación 12.

20 Para mayor seguridad, aunque el conjunto 6 de humidificación se ha concebido con el fin de evitar la separación de gotas de agua cualesquiera que pueden arrastrarse por la corriente de aire 3 que se ha filtrado a través de dicho conjunto 6 de humidificación, pueden comprenderse medios de separación de gotas 19 que están dispuestos aguas abajo del conjunto 6 de humidificación para interceptar el flujo de aire humidificado 3 y retener gotas de agua arrastradas cualesquiera.

25 Para mayor seguridad adicional, y a pesar de la presencia de medios de separación de gotas, durante la pulverización en la etapa de mojadura para el conjunto 6 de humidificación disminuye el flujo de aire generado por los ventiladores 25 axiales y se lleva al nivel mínimo o incluso se excluye completamente, para eliminar hasta el más ligero arrastre hacia fuera de gotas de agua.

30 A continuación, el flujo de aire humedecido y filtrado 20 es libre de fluir hacia los medios de succión 4, refrigerando un objetivo seleccionado.

Un ejemplo de aplicación del dispositivo 1 de humidificación puede consistir en una unidad 21 de enfriamiento de aire, mostrada en la figura 3.

35 Normalmente, las unidades de enfriamiento de aire 21 comprenden un dispositivo 1 de humidificación adiabático, tal como el descrito según la invención, que está adaptado para dirigir un flujo de aire humidificado y filtrado 20 por ejemplo hacia un intercambiador 22 de calor.

40 En el ejemplo ilustrado, el intercambiador 22 de calor está alojado dentro del cuerpo 2 en forma de caja de manera próxima a los medios de succión 4. En particular, el dispositivo 1 de humidificación es una parte integral de la unidad de enfriamiento 21.

45 Por tanto, el flujo de aire humidificado y filtrado 20 impacta alrededor de las superficies externas del intercambiador 22 de calor, que puede consistir por ejemplo en al menos una batería de tubos de aleta impactados por el flujo de aire 20 para el enfriamiento de un fluido contenido dentro de dicha batería de tubos.

50 Para la optimización de la transferencia de calor mediante convección forzada entre el flujo de aire 20 y el intercambiador 22 de calor, la unidad de enfriamiento 21 puede comprender al menos una zona 23 de calma que está formada directamente por el cuerpo 2 en forma de caja y está dispuesta entre los medios de separación de gotas 19 y el intercambiador 22 de calor con el fin de eliminar movimientos turbulentos cualesquiera del flujo de aire 20.

55 Ventajosamente, con el fin de ofrecer ahorro de energía si lo permiten las condiciones atmosféricas, puede utilizarse la unidad de enfriamiento 21 incluso con una exclusión completa del dispositivo 1 de humidificación con respecto al enfriamiento del intercambiador 22 de calor.

60 De hecho, si el aire en el exterior de la unidad de enfriamiento 21 es lo suficientemente fresco para enfriar el intercambiador 22 de calor, puede aspirarse directamente a través de segundas tomas de aire 24 formadas en el cuerpo 2 en forma de caja en la zona 23 de calma para la funcionamiento en seco de la unidad de enfriamiento 21, evitando por tanto el funcionamiento del dispositivo 1 de humidificación subyacente.

Más precisamente, las segundas tomas de aire 24 están formadas por persianas instaladas en el cuerpo 2 en forma de caja.

65 A partir de lo que se ha descrito, es evidente el funcionamiento del dispositivo 1 de humidificación adiabático particularmente para unidades de enfriamiento de aire, por ejemplo, para la unidad 21 de enfriamiento de aire.

5 En particular debe enfatizarse que el método de humidificación de aire utilizado por dicho dispositivo 1 de humidificación comprende una etapa para mojar el conjunto 6 de humidificación que consiste en pulverizarlo en intervalos de tiempo comprendidos sustancialmente entre 10 y 30 minutos para un tiempo de mojadura sustancialmente igual a 30 segundos simultáneamente con una etapa para el paso del flujo de aire 3 a través de los canales de paso definidos por la conformación de los paneles 7 para el enfriamiento adiabático y humidificación del flujo de aire 3 a una temperatura que está cercana a la temperatura de termómetro húmedo.

10 Tal como se ha expuesto anteriormente, este paso se produce a contracorriente con respecto al sentido de regado de agua a una velocidad promedio que es sustancialmente más alta de, o igual a, 2 m/s, haciendo posible alcanzar valores de eficiencia de reducción de temperatura y de eficiencia de humidificación sustancialmente más altos que el 85%.

15 Con el fin de medir el rendimiento de un conjunto 6 de humidificación proporcionado según la invención, se han llevado a cabo pruebas experimentales con una estación de pruebas que simula el dispositivo 1 de humidificación descrito anteriormente.

20 La estación de pruebas puede dotarse, además de los componentes descritos anteriormente, de accesorios de funcionamiento, con instrumentos para monitorizar y registrar datos experimentales, y con soluciones técnicas concebidas específicamente para comparar el rendimiento del conjunto 6 de humidificación según la invención con conjuntos de humidificación conocidos.

25 Más particularmente, la estación de pruebas, que presenta una extensión vertical total de aproximadamente 3,5 metros, comprende un cuerpo 2 en forma de caja realizado en plástico reforzado con fibra de vidrio y dotado de un panel lateral transparente para la monitorización visual de la mojadura del conjunto 6 de humidificación.

Más precisamente, el cuerpo 2 en forma de caja está conformado como un paralelepípedo sustancialmente con una base cuadrada con una sección transversal que puede variar según la zona.

30 Vista desde abajo, la parte 2a de extremo está dividida en una primera región inferior, cuya altura es igual a 650 mm y en la que parte del sistema de bombeo de agua 10 y el sistema de recuperación de agua 15 están alojados, y una segunda región inferior, cuya altura es igual a 600 mm y en la que están proporcionadas las primeras tomas de aire 5.

35 Ventajosamente, las primeras tomas de aire 5 están proporcionadas en las cuatro caras laterales del cuerpo 2 en forma de caja por aberturas proporcionadas con rejillas con el fin de impedir el acceso de objetos extraños.

40 Dichas zonas inferiores presentan una sección en corte transversal que presenta una base sustancialmente cuadrada cuyo lado es igual a aproximadamente 1200 mm.

En lo que respecta al sistema de bombeo de agua 10 y el sistema, comprende una bomba 11 eléctrica del tipo centrífugo con alta capacidad, para garantizar una velocidad de flujo de agua igual a $7 \text{ m}^3/\text{h}$, que se necesita para mojar el conjunto 6 de humidificación de manera completa y uniforme.

45 Con esta velocidad de flujo de agua, a partir de las pruebas experimentales llevadas a cabo se ha encontrado que con el fin de presentar un funcionamiento del dispositivo 1 de humidificación adiabático con un rendimiento sustancialmente constante, es suficiente mojar el conjunto de humidificación aproximadamente cada 20-25 minutos para un tiempo de mojadura de aproximadamente 30 segundos.

50 El agua bombeada desde el depósito de acumulación 12 por la bomba 11 eléctrica se dirige a los medios de distribución 8 por medio de un conducto 14 que es externo al cuerpo 2 en forma de caja.

55 Continuando en vertical, está prevista una zona central que es de aproximadamente 1000 mm de alta y define el alojamiento del conjunto 6 de humidificación y de los medios de distribución 8.

Con mayor detalle, los medios de distribución 8 comprenden nueve boquillas 9 de pulverización, que están dispuestas en una rejilla de 3 x 3 con espaciado uniforme, lo que garantiza una pulverización uniforme del conjunto 6 de humidificación.

60 La ocupación de espacio vertical de los medios de distribución 8, añadida a la trayectoria vertical trazada por el agua antes de mojar el conjunto 6 de humidificación, es igual a 400 mm.

65 Ventajosamente, la zona central presenta una sección en corte transversal en el conjunto 6 de humidificación que es igual a 1 m^2 , para facilitar mediciones de rendimiento relacionándolas con la superficie de unidad.

En efecto, el conjunto 6 de humidificación, alojado en la zona central del cuerpo 2 en forma de caja, también

presenta una sección transversal de 1 m², y tal como se describió anteriormente está compuesta de paneles 7 modulares realizados en material flocado cuyas dimensiones en milímetros son 1200 x 300 x 300 (en las que "300" es igual a la extensión vertical lateral del panel 7 modular general).

5 Con mayor detalle, los paneles 7 modulares están asociados entre sí para formar un conjunto 6 de humidificación cuya altura es igual a 600 mm.

10 Ventajosamente, la elección de presentar un conjunto de humidificación con una altura máxima de 600 mm, tal como se demostrará en mayor detalle a continuación en la presente memoria, es la solución óptima para obtener un aumento significativo en eficiencia y para contener la extensión vertical de la estación de pruebas.

15 Continuando hacia arriba, la estación de pruebas está compuesta de una zona de extremo, cuya altura es aproximadamente igual a 1000 mm y comprende una primera parte, que define la zona 23 de calma, y una segunda parte, en la que están instalados los medios de succión 21.

20 Más particularmente, esta zona de extremo presenta una sección transversal más ancha que de nuevo es igual a aproximadamente 1400 mm y termina con una cubierta en la que está instalado un ventilador 25 axial que presenta un diámetro de 800 mm y está premontado por la empresa ZIEHL ABEGG Italia S.r.l., Dolo, Italia, seleccionado para una velocidad de flujo de aire máxima de 12 000 m³/h, que corresponde a una velocidad máxima del aire en la sección de paso de interés igual a 3,33 m/s en una frecuencia de suministro de 50 Hz.

Debe apreciarse que entre la zona de extremo y la zona central está prevista una zona intermedia cuya altura es igual a 250 mm y en la que están dispuestos los medios de separación de gotas 19.

25 Tal como ya se ha mencionado, con el fin de obtener mediciones de rendimiento del conjunto 6 de humidificación utilizado en la estación de pruebas, para presentar una comparación con los rendimientos de tipos conocidos de conjuntos de humidificación, se han instalado en la estación de pruebas varios accesorios de funcionamiento y instrumentos para monitorizar y registrar datos experimentales.

30 Tales accesorios e instrumentos están compuestos de un dispositivo de medición de velocidad de flujo y una válvula de ajuste de velocidad de flujo, que están instalados en la parte externa del conducto 14, entre la bomba 11 eléctrica y los medios de distribución 8, para identificar la cantidad instantánea óptima de agua necesaria para mantener mojado el conjunto 6 de humidificación, una calibre de presión diferencial de tubo inclinado instalado en la zona central para medir las pérdidas de carga del aire provocadas por el paso del flujo de aire a través del conjunto 6 de humidificación, y finalmente dos termohigrómetros digitales, que están instalados respectivamente en las primeras tomas de aire 5 y en la salida del ventilador 25 axial para medir las condiciones de temperatura y humedad relativa del aire antes y después del proceso de humidificación adiabático.

40 Además, la estación de pruebas está provista de un panel de monitorización y control eléctrico para el funcionamiento seguro de los componentes que pertenecen a dicha estación de pruebas.

45 En particular, el panel eléctrico hace posible gestionar la velocidad de rotación del ventilador 25 axial actuando sobre la frecuencia de suministro por medio de un inversor y en el funcionamiento de la bomba 11 eléctrica ambos de manera continuada, es decir, en relación con la duración, y en intervalos, es decir, en relación con la frecuencia de funcionamiento.

50 Las pruebas experimentales se llevaron a cabo durante la estación cálida, es decir, desde finales de mayo hasta principios de agosto, para hacer que el dispositivo 1 de humidificación adiabático funcione en condiciones de temperatura y humedad relativa del aire que son óptimas para medir el rendimiento del conjunto 6 de humidificación.

En particular, se llevaron a cabo tres pruebas diferentes con una velocidad de flujo de aire a través del conjunto 6 de humidificación de 2 m/s (30,5 Hz), 3 m/s (46 Hz), y 3,3 m/s (50 Hz), respectivamente.

55 A continuación, se proporcionan tres tablas que resumen las pruebas experimentales llevadas a cabo para las tres velocidades citadas:

Tabla n.º 1: frecuencia de 50 Hz con P = P _{atm} = 1,01325 bar											
Fecha	Al entrar			Al salir			ΔT _{min}	Δh	T _{bu}	Ef. T	Ef. U
	T _{bs}	UR	h	T _{bs}	UR	h					
21 de mayo	20,8	63,0	45,41	16,3	92,0	44,73	//	-0,68	16,24	0,877	0,784
26 de mayo	23,8	60,9	52,49	19,2	95,0	52,92	//	0,43	18,56	0,878	0,872

ES 2 664 695 T3

26 de mayo	23,3	61,4	51,35	18,9	95,1	52,01	//	0,67	18,20	0,863	0,873
26 de mayo	23,1	64,0	51,99	19,3	95,5	53,42	//	1,43	18,40	0,808	0,875
27 de mayo	25,5	60,0	56,88	20,3	95,2	56,56	//	-0,31	19,90	0,929	0,880
27 de mayo	25,4	59,0	56,06	20,5	95,0	57,15	//	1,09	19,66	0,854	0,878
27 de mayo	25,4	59,1	56,11	20,7	94,0	57,42	//	1,31	19,68	0,821	0,853
27 de mayo	25,4	58,2	55,64	21,2	89,5	57,26	//	1,62	19,53	0,716	0,749
28 de mayo	24,5	65,0	56,51	20,1	96,0	56,21	//	-0,30	19,78	0,933	0,886
28 de mayo	24,7	64,0	56,60	20,2	96,5	56,73	//	0,14	19,81	0,921	0,903
11 de junio	26,4	49,0	53,39	19,8	92,8	54,02	<15	0,63	18,87	0,876	0,859
11 de junio	26,4	49,0	53,39	19,9	91,6	53,89	15	0,49	18,87	0,863	0,835
11 de junio	26,4	49,0	53,39	20,0	91,3	54,09	17,5	0,70	18,87	0,850	0,829
11 de junio	26,4	49,0	53,39	20,1	90,4	54,06	20	0,67	18,87	0,836	0,812
19 de junio	27,4	55,0	59,64	21,4	92,5	59,17	15	-0,47	20,72	0,898	0,833
19 de junio	27,4	55,0	59,64	21,3	94,0	59,45	15	-0,19	20,72	0,913	0,867
23 de junio	29,6	47,6	61,36	22,4	91,8	62,32	<10	0,97	21,22	0,860	0,844
23 de junio	29,6	47,6	61,36	22,5	91,4	62,50	10	1,14	21,22	0,848	0,836
23 de junio	29,6	47,6	61,36	22,6	91,2	62,76	15	1,40	21,22	0,836	0,832
23 de junio	30,8	45,3	63,22	22,9	92,0	64,19	<10	0,97	21,75	0,873	0,854
23 de junio	30,8	45,3	63,22	23,0	91,6	64,37	10	0,15	21,75	0,862	0,846
23 de junio	31,9	40,8	62,99	22,9	91,3	63,87	<10	0,88	21,70	0,882	0,853
23 de junio	31,9	40,8	62,99	23,1	90,9	64,40	10	1,41	21,70	0,863	0,846
23 de junio	32,6	42,4	66,27	23,8	92,4	67,68	<10	1,41	22,58	0,879	0,868
24 de junio	30,0	46,5	61,76	22,6	93,4	63,75	<10	2,00	21,34	0,854	0,877
24 de junio	31,2	38,9	59,64	22,1	91,5	61,14	<10	1,51	20,76	0,871	0,861
26 de junio	33,0	35,6	61,86	23,0	90,5	63,86	<10	2,00	21,40	0,862	0,852
26 de junio	33,0	35,6	61,86	23,2	88,8	63,78	10	1,92	21,40	0,845	0,826
26 de junio	33,0	35,6	61,86	22,6	91,2	62,76	15	0,90	21,40	0,896	0,863
26 de junio	33,0	35,6	61,86	23,1	90,2	64,08	<10	2,21	21,40	0,853	0,848
26 de junio	33,0	35,6	61,86	23,2	89,9	64,29	10	2,43	21,40	0,845	0,843
26 de junio	33,0	35,6	61,86	23,4	88,2	64,21	15	2,34	21,40	0,828	0,817
27 de junio	33,5	37,6	64,90	23,3	90,5	64,93	//	0,04	22,23	0,905	0,848
27 de junio	33,4	40,9	67,40	23,9	92,8	68,25	//	0,85	22,89	0,904	0,878

ES 2 664 695 T3

Tabla n.º 2: frecuencia de 46 Hz con $P = P_{atm} = 1,01325 \text{ bar}$											
Fecha	Al entrar			Al salir			ΔT_{min}	Δh	Tbu	Ef. T	Ef. U
	Tbs	UR	h	Tbs	UR	h					
02 de julio	29,5	56,0	66,74	23,3	95,3	67,20	0	0,45	22,68	0,908	0,893
02 de julio	29,5	56,0	66,74	23,5	95,1	67,86	5	1,11	22,68	0,879	0,889
02 de julio	29,5	56,0	66,74	23,5	95,1	67,86	10	1,11	22,68	0,879	0,889
02 de julio	29,5	56,0	66,74	23,5	94,5	67,57	15	0,83	22,68	0,879	0,875
02 de julio	29,5	56,0	66,74	23,3	96,2	67,62	0	0,88	22,68	0,908	0,914
02 de julio	29,5	56,0	66,74	23,2	95,8	67,06	5	0,31	22,68	0,923	0,905
02 de julio	29,5	56,0	66,74	23,2	95,0	66,68	10	-0,06	22,68	0,923	0,886
02 de julio	29,5	56,0	66,74	23,5	95,9	68,24	15	1,50	22,68	0,879	0,907
02 de julio	29,5	56,0	66,74	23,5	96,4	68,48	0	1,73	22,68	0,879	0,918
02 de julio	29,5	56,0	66,74	23,5	95,8	68,19	5	1,45	22,68	0,879	0,905
03 de julio	26,5	63,0	61,55	21,8	97,7	62,77	0	1,22	21,25	0,894	0,938
03 de julio	27,4	60,5	62,92	21,5	96,5	61,19	0	-1,73	21,63	1,023	0,911
03 de julio	27,4	60,5	62,92	21,8	95,4	61,78	15	-1,14	21,63	0,971	0,884
03 de julio	29,2	50,5	62,13	22,2	94,5	62,81	0	0,68	21,43	0,901	0,889
04 de julio	26,8	63,2	62,61	21,7	97,6	62,37	<15	-0,25	21,54	0,970	0,935
07 de julio	29,5	49,0	62,01	22,5	94,5	63,89	0	1,87	21,40	0,865	0,892
07 de julio	29,5	49,0	62,01	22,6	93,5	63,80	10	1,78	21,40	0,852	0,873
15 de julio	27,2	37,4	48,76	19,0	91,0	50,86	<10	2,10	17,41	0,838	0,856
16 de julio	29,2	35,4	52,18	19,8	90,5	53,16	<15	0,97	18,52	0,880	0,853

Tabla n.º 3: frecuencia de 30,5 Hz con $P = P_{atm} = 1,01325 \text{ bar}$											
Fecha	Al entrar			Al salir			ΔT_{min}	Δh	Tbu	Ef. T	Ef. U
	Tbs	UR	h	Tbs	UR	h					
17 de julio	27,8	51,5	58,69	21,2	96,9	60,31	0	1,61	20,45	0,898	0,936
28 de julio	31,2	44,3	63,64	22,2	95,9	63,43	0	-0,22	21,87	0,964	0,926
01 de julio	30,8	53,2	68,98	24,2	87,8	71,89	0	2,91	23,27	0,876	0,953

en las que:

5

- Tbs se refiere a la temperatura de bola seca medida del aire, tanto al entrar como al salir, expresada en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$);

10

- UR se refiere a la humedad relativa medida del aire, tanto al entrar como al salir, expresada como un porcentaje (%);

- h se refiere a la entalpía absoluta medida del aire, tanto al entrar como al salir, expresada en kilojulios por kilogramo (kJ/kg);

- ΔT_{\min} se refiere al intervalo de tiempo entre un proceso de mojadura y el siguiente del conjunto 6 de humidificación, expresado en minutos (min);
- 5 - Δh se refiere a la variación de entalpía experimentada por el aire entre que entra y sale después de humidificarse al pasar a través del conjunto 6 de humidificación, expresándose dicha variación de entalpía en kilojulios por kilogramo (kJ/kg);
- T_{bu} se refiere a la temperatura de termómetro húmedo del aire que es equivalente a las condiciones del aire al salir completamente saturado de agua, expresada en grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$);
- 10 - Ef. T se refiere a la eficiencia de reducción de temperatura del conjunto 6 de humidificación, igual a la razón entre la caída en temperatura de bola seca del aire entre que entra y sale y la caída hipotética de temperatura de bola seca del aire entre que entra y sale si se alcanza la saturación de humedad del aire, es decir, $UR = 100$;
- 15 - Ef. U se refiere a la eficiencia de la humidificación del conjunto 6 de humidificación, igual a la razón entre el aumento de humedad relativa del aire entre que entra y sale y el aumento hipotético en humedad relativa del aire entre que entra y sale si se alcanzó la temperatura de termómetro húmedo.

20 Más precisamente, un intervalo de tiempo igual a cero entre un proceso de mojadura y el siguiente del conjunto 6 de humidificación significa que la medición se realizó al comienzo de la prueba.

25 Cuando, por otro lado, el intervalo de tiempo no se cita (es decir, donde aparece el signo “//”), esto significa que se llevó a cabo una prueba instantánea con una única detección que no se extendió en el tiempo.

30 De manera diferente, los tipos conocidos de conjuntos de humidificación, tales como por ejemplo SANIFLOC y EUROPAD, fabricados por Eurofill S.r.l., Villasanta, Italia, con el fin de alcanzar un rendimiento que sea comparable al del conjunto 6 de humidificación, proporcionado según la presente invención, debe trabajar con una velocidad del flujo de aire impactante, recomendada por los fabricantes, comprendidos entre 1 y 2 m/s, limitando por tanto la cantidad de aire que puede humidificarse.

35 En la práctica se ha encontrado que el dispositivo de humidificación adiabático particularmente para unidades de enfriamiento de aire según la presente invención logra totalmente el propósito y los objetivos pretendidos, ya que hace posible obtener una eficiencia en humidificación y reducción de la temperatura del aire que nunca está por debajo del 85%, con picos por encima del 90%, incluso con velocidades del flujo de aire que pasa a través del conjunto de humidificación que son muy altas, igual por ejemplo a 3,3 m/s.

40 Otra ventaja del dispositivo de humidificación adiabático según la presente invención es que el conjunto de humidificación tiene una capacidad de absorción de agua que permite intervalos de tiempo entre un proceso de mojadura y el siguiente que pueden variar desde un mínimo de 10 minutos a un máximo de 30 minutos con un funcionamiento de la bomba eléctrica que dura 30 segundos.

45 Por tanto, la utilización reducida de la bomba eléctrica supone un consumo reducido de agua, que puede variar desde 120 hasta 360 litros por hora por unidad de sección en corte transversal del conjunto de humidificación, como una función de las condiciones térmicas e higrométricas del aire al entrar.

50 Otra ventaja del dispositivo de humidificación adiabático según la presente invención es que impide el arrastre de agua al exterior de dicho dispositivo tanto en forma de gotas como como agua atomizada, debido al hecho de que durante la etapa para mojar el conjunto de humidificación el flujo de aire generado por los ventiladores axiales disminuye y se lleva al nivel mínimo o incluso se excluye completamente, para eliminar hasta el más ligero arrastre hacia fuera de gotas de agua.

55 Otra ventaja del dispositivo de humidificación adiabático según la presente invención es que la conformación y el material del cual está hecho el conjunto de humidificación son tales que suponen pérdidas de carga extremadamente bajas como una consecuencia de las dimensiones de los canales de paso, que son suficientemente anchos. De hecho, estas pérdidas de carga nunca son de más de 80 pascales, aunque se trabaje con velocidades de paso de conjunto de humidificación que sean más altas que aquellas que pueden adoptarse con tipos conocidos de conjuntos de humidificación.

60 Una ventaja adicional del dispositivo de humidificación adiabático según la presente invención consiste en la alta capacidad de retención de agua del conjunto de humidificación y en que la transferencia de agua al aire se autorregula en la dirección de eficiencia de saturación máxima, a pesar de la velocidad con la que el aire pasa a través del conjunto de humidificación.

65 El dispositivo de humidificación adiabático, particularmente para unidades de enfriamiento de aire, y la unidad de enfriamiento de aire son susceptibles de numerosas modificaciones y variaciones, todas las cuales se

encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

Además, todos los detalles pueden sustituirse por otros elementos técnicamente equivalentes.

- 5 En la práctica, los materiales utilizados, siempre que sean compatibles con la utilización específica, así como las formas y tamaños contingentes, pueden ser cualesquiera según los requisitos y el estado de la materia.

- 10 Cuando las características técnicas mencionadas en cualquier reivindicación están seguidas por signos de referencia, esos signos de referencia se han incluido con la única finalidad de aumentar la inteligibilidad de las reivindicaciones y por lo tanto tales signos de referencia no presentan ningún efecto limitativo en la interpretación de cada elemento identificado a título de ejemplo por tales signos de referencia.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de humidificación adiabático, particularmente para unidades de enfriamiento de aire, que comprende un cuerpo similar a una caja (2) que forma un trayecto para la humidificación de un flujo de aire (3) que llega desde unas primeras tomas de aire (5) formadas por dicho cuerpo similar a una caja (2) y que contiene por lo menos un conjunto de humidificación (6), comprendiendo dicho conjunto de humidificación (6) una pluralidad de paneles (7) que están asociados entre sí y están conformados para proporcionar una pluralidad de canales para el paso de dicho flujo de aire (3) a través de dicho por lo menos un conjunto de humidificación (6) para la humidificación y el enfriamiento adiabático de dicho flujo de aire (3) a una temperatura que es próxima a la temperatura de termómetro húmedo, en el que dicho por lo menos un conjunto de humidificación (6) está realizado en un material de un tipo flocado y se riega y moja por unos medios de distribución de agua (8) dispuestos, con respecto a dicho por lo menos un conjunto de humidificación (6), sobre el lado opuesto a la entrada de dicho flujo de aire en dichos canales de paso para dirigir dicha agua pulverizada a contracorriente con respecto al sentido de dicho flujo de aire (3), y caracterizado por que comprende unos medios aspiradores (4) que están asociados con dicho cuerpo similar a una caja (2) para generar un vacío parcial dentro de dicho cuerpo similar a una caja (2) que está adaptado para aspirar aire a través de dichas primeras tomas de aire (5) y en el que dicho flujo de aire (3) se hace pasar a través de dicho por lo menos un conjunto de humidificación (6) a una velocidad media que es sustancialmente superior, o igual, a 2 m/s; estando los medios de distribución de agua (8) configurados para accionarse en intervalos de tiempo comprendidos sustancialmente entre 10 y 30 minutos para un tiempo de mojadura sustancialmente igual a 30 segundos entre un proceso de mojadura y el siguiente.
2. Dispositivo según la reivindicación anterior, caracterizado por que dichos paneles (7) están realizados en PVC rígido recubierto sobre ambos lados con superficies aterciopeladas que están adaptadas para retener dicha agua distribuida por dichos medios de distribución (8).
3. Dispositivo según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dichos medios de distribución (8) comprenden una pluralidad de boquillas de pulverización (9), que están dispuestas por encima de dicho conjunto de humidificación (6) para el riego uniforme de dicho conjunto de humidificación (6) desde la parte superior hacia abajo.
4. Dispositivo según una o más de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado por que dichos medios de distribución (8) comprenden un sistema de dispersión por gravedad que está dispuesto por encima de dicho conjunto de humidificación (6) para el riego uniforme de dicho conjunto de humidificación (6) desde la parte superior hacia abajo.
5. Dispositivo según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende un sistema de bombeo de agua (10) para alimentar dichos medios de distribución (8), que comprende por lo menos una bomba eléctrica (11) adaptada para bombear agua desde un depósito de acumulación (12) hasta dichos medios de distribución (8), estando dicho depósito de acumulación (12) provisto de una válvula de flotador (13) para rellenar el nivel del agua en dicho depósito de acumulación (12).
6. Dispositivo según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende un sistema de recuperación de agua (15) para recuperar el agua que gotea desde dicho conjunto de humidificación (6), comprendiendo dicho sistema de recuperación de agua (15) un depósito de recuperación (16), que está dispuesto por debajo de dicho conjunto de humidificación (6) y define un conducto de descarga (17) y un conducto de recuperación (18), respectivamente, para descargar por lo menos parte del agua recuperada de dicho depósito de recuperación (16) al interior del sistema de drenaje de agua y para dirigir por lo menos parte del agua recuperada de dicho depósito de recuperación (16) al interior de dicho depósito de acumulación (12).
7. Dispositivo según una o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que comprende unos medios de separación de gotas (19) que están dispuestos aguas abajo de dicho conjunto de humidificación (6) para interceptar dicho flujo de aire humidificado (3) y retener cualesquiera gotas de agua arrastradas por dicho flujo de aire humidificado (3).
8. Unidad de enfriamiento de aire, caracterizada por que comprende un dispositivo de humidificación adiabático (1) según una o más de las reivindicaciones anteriores y por lo menos un intercambiador de calor (22), que está alojado en el interior de dicho cuerpo similar a una caja (2) y es impactado por dicho flujo de aire (20) para enfriar un fluido en el interior de dicho intercambiador de calor (22).
9. Unidad de enfriamiento de aire según la reivindicación 8, caracterizada por que comprende por lo menos una zona de calma (23), que está formada directamente por dicho cuerpo similar a una caja (2) para eliminar cualesquier movimientos turbulentos de dicha corriente de aire (20) y está dispuesta entre dichos medios de separación de gotas (19) y dicho intercambiador de calor (22).
10. Unidad de enfriamiento de aire según una o más de las reivindicaciones anteriores 8 y 9, caracterizada por

que comprende unas segundas tomas de aire (24), que están definidas sobre dicho cuerpo similar a una caja (2) en dicha zona de calma (23) para el funcionamiento en seco de la unidad de enfriamiento de aire (21).

5 11. Procedimiento para la humidificación de aire mediante el dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que comprende:

10 - una etapa para mojar un conjunto de humidificación (6) que comprende unos paneles (7) asociados entre sí y realizados en un material de un tipo flocado que es un PVC rígido recubierto sobre ambos lados con superficies aterciopeladas adaptadas para retener agua distribuida por dichos medios de distribución (8) dispuestos por encima de dicho conjunto de humidificación (6), comprendiendo dicha etapa de mojadura la pulverización de dicho conjunto de humidificación (6) en intervalos de tiempo comprendidos sustancialmente entre 10 y 30 minutos para un tiempo de mojadura sustancialmente igual a 30 segundos entre un proceso de mojadura y el siguiente;

15 - una etapa para el paso de un flujo de aire (3) que llega desde las primeras tomas de aire (5) a través de canales de paso definidos por la conformación de dichos paneles (7) con una velocidad media que es sustancialmente superior, o igual, a 2 m/s para la humidificación y el enfriamiento adiabático de dicho flujo de aire (3) a una temperatura próxima a la temperatura de termómetro húmedo, pasando dicho flujo de
20 aire a través de dicho conjunto de humidificación (6) a contracorriente con respecto al sentido de riego de dicha agua.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que dicha etapa de mojadura comprende la pulverización de dicho conjunto de humidificación (6) en intervalos de tiempo que están comprendidos sustancialmente entre 10 y 30 minutos para un tiempo de mojadura sustancialmente igual a 30 segundos.

25 13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que durante dicha etapa de mojadura dicho flujo de aire se ralentiza o interrumpe completamente, para eliminar incluso el más ligero arrastre hacia el exterior de gotas de agua.

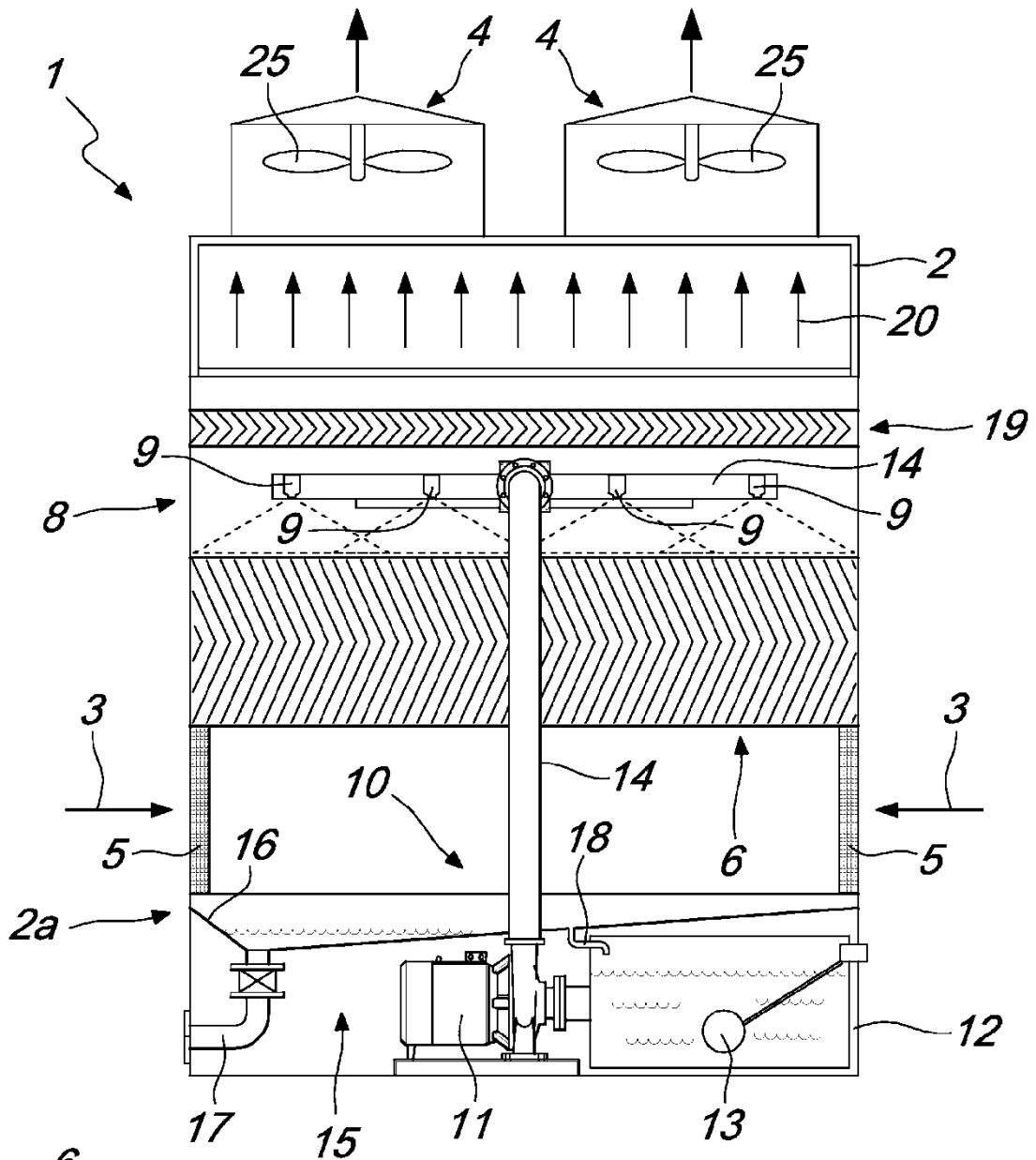


Fig. 1

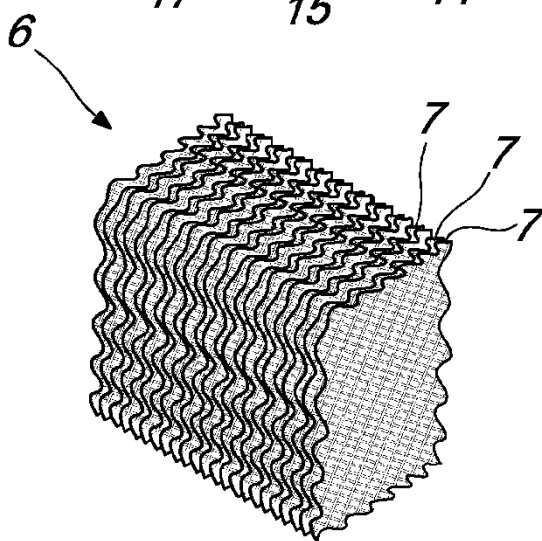


Fig. 2

