

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 103**

51 Int. Cl.:

F24F 11/00 (2006.01)

F24F 7/007 (2006.01)

F24F 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2013 PCT/EP2013/066026**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014 WO2014032891**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2013 E 13742031 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2890936**

54 Título: **Procedimiento para la regulación adaptada a las necesidades de un dispositivo para una ventilación por capas y dispositivo para una ventilación por capas**

30 Prioridad:

30.08.2012 DE 102012108018

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

23.06.2017

73 Titular/es:

**UNIVERSITÄT KASSEL (100.0%)
Mönchebergstrasse 19
34109 Kassel, DE**

72 Inventor/es:

**HESSELBACH, JENS;
SCHÄFER, MIRKO y
DETZER, RÜDIGER**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 619 103 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la regulación adaptada a las necesidades de un dispositivo para una ventilación por capas y dispositivo para una ventilación por capas

5 La invención se refiere a un procedimiento para la regulación de un dispositivo para una ventilación por capas en un espacio que va a ventilarse, formándose un límite de capa entre una primera capa de aire geodésicamente inferior y una segunda capa de aire geodésicamente superior, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, así como un dispositivo configurado para la ejecución del procedimiento para una ventilación por capas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 10.

Campo técnico

15 Para la ventilación de espacios, en particular naves de producción altas, se han implantado varios conceptos. Los sistemas de ventilación convencionales, tal como la denominada ventilación mixta, generan un nivel de temperatura y de sustancias nocivas uniforme en el espacio que va a ventilarse mediante un flujo de aire de entrada intenso en la zona de techo. De esta manera se pone en movimiento casi la totalidad del volumen de aire ambiente. En particular, en caso de alturas de espacio elevadas se climatiza así una zona considerable del espacio que no se necesita para personas y procedimientos de producción.

20 En cambio, en la denominada ventilación por capas se incorpora el aire de entrada a través de salidas de aire en la proximidad del suelo en el espacio que va a ventilarse. Por encima de fuentes térmicas que se encuentran en el espacio, tales como por ejemplo instalaciones de producción, equipos mecánicos o personas que se encuentran en el espacio, surgen flujos de convección térmicos. En los flujos de convección asciende el aire ambiente calentado por las fuentes térmicas debido a su escasa densidad en la zona de espacio superior, y así transporta también sustancias nocivas de la zona de detención de las personas que se encuentran en el espacio a una capa de aire situada encima de esta zona. Al operar un dispositivo para la ventilación por capas se configura, por tanto, un límite de capa entre una primera capa de aire geodésicamente inferior y una segunda capa de aire geodésicamente superior. La altura del límite de capa por encima del nivel del suelo del espacio que va a ventilarse depende, a este respecto, esencialmente de la cantidad de aire incorporada en la primera capa de aire inferior y de la cantidad de aire transportada de salida desde la segunda capa de aire superior. De manera ideal, la cantidad de aire suministrada y evacuada, es decir, las cantidades de aire de entrada y las cantidades de aire de salida, se ajustan de tal modo que el límite de capa se establece a una altura de, por ejemplo, 2,5 metros por encima del nivel del suelo del espacio. De esta manera, por un lado, se asegura que la carga de sustancias nocivas en la zona de producción, en la que las personas se detienen, esté claramente reducida, en caso al mismo tiempo de demanda de energía minimizada para la operación de los sistemas de ventilación. La temperatura del aire de entrada tiene una influencia adicional en las condiciones del aire ambiente que se ajustan durante la operación de un dispositivo para la ventilación por capas, en particular la dinámica de los flujos de convección.

40 En dispositivos para la ventilación por capas existentes se ajusta la cantidad de aire suministrada habitualmente a un estado de operación estacionario representativo de la producción. Dado que no se efectúa ninguna adaptación automática en el procedimiento de producción en marcha, por ejemplo a pausas de producción o de trabajadores o cambio de turno, la altura del límite de capa se desplaza a zonas no favorables desde el punto de vista energético y no necesarias para personas y máquinas. También se determina la altura del límite de capa frágilmente mediante la disposición de las fuentes térmicas dentro del espacio que va a ventilarse, como también por la realización y disposición del equipo aerotécnico. En la instalación de un dispositivo para la ventilación por capas en un espacio, por ejemplo en una nave de elaboración, se requiere, por tanto, una optimización fluidodinámica. En caso de un cambio de las condiciones de producción, por ejemplo en el montaje de nuevas instalaciones de producción, tiene que reglarse de nuevo el dispositivo para la ventilación por capas mediante una medición adicional costosa de las condiciones de aire y flujo prevalecientes.

Estado de la técnica

55 Por el documento DE 10 2007 045 044 A1 se conoce un aparato de climatización, que puede combinarse con uno o varios pasos de ventilación por capas convencionales y con poco impulso en el espacio. En particular puede combinarse una pluralidad de aparatos de climatización entre sí para posibilitar una climatización flexible de una nave industrial más grande. Al desplazar uno o varios aparatos de climatización en el espacio pueden satisfacerse necesidades individuales.

60 No obstante, también en sistemas de ventilación conocidos sigue existiendo el desplazamiento energético no favorable del límite de capa en procedimientos de producción en marcha cambiantes. También a menudo por razones de espacio no es posible desplazar instalaciones de climatización dentro de las plantas de producción con el fin de la estabilización del límite de capa.

65 Exposición de la invención: objetivo, solución y ventajas

La invención tiene por objetivo facilitar un procedimiento así como un dispositivo del tipo mencionado al principio que disminuye la demanda de energía de un dispositivo para la ventilación por capas mediante una regulación flexible, totalmente automática y adaptada a las necesidades de la altura del límite de capa.

5 Este objetivo se soluciona mediante un procedimiento con la combinación de características indicadas en la reivindicación 1, así como un dispositivo configurado para ejecutar este procedimiento con las características de la reivindicación 10.

10 En el procedimiento de acuerdo con la invención para la regulación de un dispositivo para una ventilación por capas en un espacio que va a ventilarse se configura un límite de capa entre una primera capa de aire geodésicamente inferior y una segunda capa de aire geodésicamente superior, se calcula el valor real de la altura del límite de capa en al menos un lugar en el espacio que va a ventilarse, se compara el valor real con un valor teórico, y se contrarresta una diferencia del valor real con respecto al valor teórico mediante regulación del dispositivo para una ventilación por capas. De manera ventajosa puede garantizarse mediante el procedimiento de acuerdo con la invención una operación óptima del dispositivo para una ventilación por capas, que reaccione de manera flexible ante condiciones de aire ambiente cambiantes, por ejemplo provocadas por estados de producción modificados. Mediante la adaptación de, por ejemplo, la potencia de ventilación durante pausas de producción puede disminuirse la demanda de energía mediante potencias del ventilador menores así como potencias de enfriamiento menores requeridas en relación con ello de la corriente de volumen de aire de entrada.

20 En las reivindicaciones dependientes se caracterizan configuraciones convenientes de la invención.

25 En una realización preferente del procedimiento se regulan los parámetros de operación del dispositivo para una ventilación por capas, en particular la corriente de aire suministrada o la cantidad de aire suministrada y/o la temperatura del aire suministrado y/o la corriente de aire evacuada o la cantidad de aire evacuada. Así, la intensidad de los flujos térmicos puede ajustarse de manera ventajosa mediante la selección adecuada de la temperatura del aire suministrado. Además, la temperatura del aire suministrado puede ajustarse de manera correspondiente a criterios de confort ambiental conocidos para el trabajo en el lugar de trabajo. Mediante el ajuste de la corriente volumétrica del aire de entrada y/o de salida se determina además de la altura del límite de capa la cantidad de sustancias nocivas por unidad de tiempo descargada desde el espacio que va a ventilarse.

35 En una forma de realización especialmente preferente se conduce la corriente de aire suministrada, en particular con poco impulso, al interior del espacio que va a ventilarse. Debido a la incorporación con poco impulso del aire de entrada se impiden torbellinos de aire y flujos transversales, y se favorece una estabilización del límite de capa.

40 En una forma de realización adicional preferente del procedimiento se determina el valor real de la altura del límite de capa a partir de uno o varios de los parámetros del aire ambiente medidos en el al menos un lugar en el espacio que va a ventilarse. Los parámetros medidos son, a este respecto, en particular, la temperatura, la concentración de sustancias nocivas, la presión, el caudal y la dirección de flujo del aire ambiente, así como la humedad del aire. También los gradientes medidos en el al menos un lugar de los parámetros mencionados anteriormente pueden servir para determinar el valor real de la altura del límite de capa. Así puede indicarse, por ejemplo, el límite de capa por un gradiente de temperatura grande. No obstante, con un contexto funcional correspondiente, en principio cada combinación de los parámetros del aire ambiente medidos en el al menos un lugar es adecuada para el cálculo del valor real de la altura del límite de capa por encima del nivel del suelo. También es adecuada cualquier combinación de varios valores de un parámetro medido en varios lugares o varios parámetros medidos en varios lugares para el cálculo del valor real de la altura del límite de capa, en particular puede usarse la temperatura medida a diferentes alturas representativas y/o la concentración de sustancias nocivas para el cálculo del valor real de la altura del límite de capa.

50 En una forma de realización preferente del procedimiento se modela la dependencia espacial de los valores de uno o varios parámetros medidos en varios lugares y/o a varias alturas con una función matemática o se adapta una función matemática a la dependencia espacial de los valores de uno o varios parámetros medidos en varios lugares y/o a varias alturas. Además, por medio de un procedimiento analítico o iterativo, en particular mediante determinación analítica o iterativa del lugar del gradiente máximo de la función o de los parámetros medidos, se calcula preferentemente el valor real de la altura del límite de capa por encima de al menos un lugar del nivel del suelo. De manera especialmente preferente se adapta una función matemática a la evolución en función de la altura de los valores de uno o varios parámetros medidos a diferentes alturas, en particular a la evolución de temperatura en función de la altura y/o a la evolución en función de la altura de la concentración de sustancias nocivas. Preferentemente mediante determinación analítica o iterativa del gradiente de temperatura máximo y/o de concentración de sustancias nocivas se calcula el valor real de la altura del límite de capa. Como función de adaptación a, por ejemplo, la evolución de temperatura en función de la altura u evolución de la concentración de sustancias nocivas son adecuadas, en particular, funciones polinómicas y/o funciones sigmoideas. No obstante, cualquier otra función adecuada puede servir también como función de adaptación. Además, preferentemente pueden determinarse además de los valores extremos del gradiente de la evolución de temperatura o de la concentración de sustancias nocivas también los valores extremos de otros parámetros, en particular otros de los parámetros mencionados anteriormente. Asimismo, puede llevarse a cabo preferentemente también una

determinación de varias dimensiones analítica o iterativa de los valores extremos de los parámetros medidos.

En una forma de realización adicional preferente del procedimiento pueden calcularse mediante determinación del caudal y/o de la dirección de flujo del aire ambiente en particular en las paredes del espacio que va a ventilarse flujos descendentes emergentes, y se evitan mediante el control correspondiente y la regulación del dispositivo para una ventilación por capas una mezcla que se origina de esta manera de la capa de aire superior e inferior. Los flujos descendentes aparecen, a este respecto, en particular en paredes situadas en el exterior del espacio que va a ventilarse mediante enfriamiento del aire ambiente calentado que se encuentra en la segunda capa de aire geodésicamente superior. Con especial ventaja, mediante medición de la temperatura o del gradiente de temperatura en al menos un lugar en el espacio puede determinarse el valor real actual de la altura del límite de capa.

Además, preferentemente en una realización ventajosa del procedimiento se usan valores predeterminados de uno o varios parámetros, en particular valores predeterminados de uno o varios de los parámetros mencionados anteriormente temperatura, concentración de sustancias nocivas, presión, caudal y dirección de flujo y humedad del aire, sus gradientes, así como el tiempo, para fijar un valor teórico de la altura del límite de capa en el al menos un lugar en el espacio que va a ventilarse. De manera ventajosa puede predeterminarse, por tanto, para periodos de tiempo determinados, en particular en caso de final de turno o cambio de turno, o para tiempos de una menor utilización de la potencia de producción, una potencia de ventilación menor energéticamente ventajosa, en particular mediante disminución del valor teórico de la altura del límite de capa.

En una forma de realización adicional preferente del procedimiento se calcula la magnitud del cambio de los parámetros de operación del dispositivo para la ventilación por capas, en particular la amplitud de las señales de regulación por medio de una prescripción, en particular implementada en un programa informático. Las señales de regulación sirven entonces como señales de entrada para el cambio de los parámetros de operación. De manera especialmente preferente, la amplitud de las señales de regulación depende de la magnitud de la diferencia entre el valor real de la altura del límite de capa y el valor teórico. Esta dependencia puede ser, por ejemplo, lineal o cuadrática. Mediante la relación a modo de función de la amplitud de las señales de regulación de la diferencia del valor real con respecto al valor teórico se consigue de manera ventajosa que, en caso de una gran diferencia del valor real con respecto al valor teórico, sea posible mediante una amplitud correspondientemente grande de la señal de regulación una regulación rápida del valor real de manera que se acerca al valor teórico. Una forma de realización especialmente preferente del procedimiento está caracterizada por que el valor real de la altura del límite de capa se calcula en varios lugares y/o a varias alturas por encima, en particular, de varios lugares del nivel del suelo en el espacio que va a ventilarse. Mediante la determinación múltiple de la altura real del límite de capa en varios lugares puede calcularse de manera ventajosa una imagen representativa de la evolución del límite de capa por encima del espacio que va a ventilarse y una regulación más precisa del dispositivo para la ventilación por capas será posible con un ahorro de energía ventajoso.

En una forma de realización adicional del procedimiento se determina la magnitud de las señales de regulación directamente a partir de las diferencias de los valores medidos de los parámetros del aire ambiente con respecto a los valores predeterminados de los parámetros. Así puede predeterminarse como valor teórico, por ejemplo, en lugar de la altura del límite de capa una concentración de sustancias nocivas determinada, y el valor real de la concentración de sustancias nocivas medida puede regularse mediante regulación de acuerdo con el procedimiento del dispositivo para la ventilación por capas de manera que se acerca al valor teórico. También puede modificarse una combinación de los parámetros medidos del aire ambiente de manera correspondiente a una combinación de valores teóricos de estos parámetros mediante regulación del dispositivo para la ventilación por capas.

En particular, preferentemente se regula el valor real de la altura del límite de capa por encima de, en particular, varios lugares del nivel del suelo del espacio que va a ventilarse. Así, de manera ventajosa es posible influir mediante el suministro dirigido de aire de entrada o aire fresco en zonas individuales del espacio que va a ventilarse en el valor real local de la altura del límite de capa. Mediante la ventilación de zonas parciales del espacio que va a ventilarse puede reducirse la potencia de ventilación, lo que conduce de manera ventajosa a un ahorro de energía. Además, debido a la adaptación local del valor real de la altura del límite de capa pueden producirse flujos transversales del aire ambiente que se originan de manera indeseada dentro del espacio que va a ventilarse, en particular dentro de la nave de producción. Los flujos transversales de este tipo pueden surgir, por ejemplo, debido a flujos térmicos que cambian rápidamente, aperturas y cierres de puertas, o paredes laterales que se enfrían o calientan debido a temperaturas exteriores cambiantes. Además, preferentemente pueden calcularse flujos transversales de este tipo mediante medición del caudal o dirección de flujo en lugares representativos del espacio.

Otra solución del problema consiste en la facilitación de un dispositivo para la ventilación por capas de espacios, en particular para la ejecución del procedimiento de manera correspondiente a una de las reivindicaciones 1 a 9, con las características de la reivindicación 10. El dispositivo de acuerdo con la invención comprende al menos un dispositivo configurado para el suministro de aire a una primera capa de aire geodésicamente inferior, y al menos un dispositivo configurado para la evacuación de aire desde una segunda capa de aire geodésicamente superior, así como al menos un dispositivo de medición que puede disponerse en el espacio que va a ventilarse y al menos un equipo de regulación configurado para la regulación del dispositivo para la ventilación por capas. Con ventaja de

acuerdo con la invención puede determinarse a partir de los valores de los parámetros del aire ambiente calculados por el al menos un dispositivo de medición que puede disponerse en el espacio que va a ventilarse, en particular a partir de los valores de la temperatura, la concentración de sustancias nocivas, la presión, el caudal, la dirección de flujo, la humedad del aire y/o sus gradientes, el valor real actual de la altura del límite de capa. Además, por medio del equipo de regulación puede contrarrestarse una diferencia del valor real con respecto a un valor teórico predeterminado. De esta manera se causa de manera ventajosa la demanda de energía de la instalación de ventilación debido a potencias de ventilador menores así como una potencia de enfriamiento requerida en relación con ello de la corriente volumétrica del aire de entrada.

En una forma de realización adicionalmente ventajosa del dispositivo, este está configurado para influir un límite de capa configurado durante la operación entre la primera capa de aire geodésicamente inferior y la segunda capa de aire superior geodésicamente superior. De manera especialmente preferente, el límite de capa puede influirse en particular en función de la situación, en función del lugar, en función del momento, en función del estado de operación y/o definido previamente, preferentemente mediante regulación de la ventilación por capas por el equipo de regulación. Dependiendo del momento del día, la utilización de la potencia de producción o la operación por capas puede regularse, por tanto, en función de la situación el dispositivo para la ventilación por capas, lo que conduce a un ahorro de energía especialmente ventajoso. Es especialmente ventajoso que el dispositivo esté configurado para influir en función del lugar el límite de capa. Por tanto, puede conseguirse en función del lugar una estabilización del límite de capa, lo que conduce con ventaja adicional a un ahorro de energía.

Una forma de realización especialmente preferente del dispositivo para la ventilación por capas está caracterizada por que el al menos un dispositivo de medición que puede disponerse en el espacio que va a ventilarse está configurado, en particular, para la medición de la temperatura y/o del gradiente de temperatura y/o de la presión y/o del gradiente de presión y/o del caudal y/o de la dirección de flujo y/o de la concentración de sustancias nocivas y/o del gradiente de la concentración de sustancias nocivas y/o de la humedad del aire y/o del gradiente de la humedad del aire del aire ambiente.

Con especial ventaja puede determinarse gracias a la medición de los parámetros mencionados anteriormente el valor real de la altura del límite de capa por encima del nivel del suelo en al menos un lugar en el espacio. Asimismo, es posible determinar en las paredes flujos de aire, en particular flujos descendentes o flujos transversales causados térmicamente, y contrarrestar mediante regulación del dispositivo por el sistema de regulación estas perturbaciones, en particular estas perturbaciones del límite de capa.

En una forma de realización muy especialmente preferente del dispositivo para la ventilación por capas están previstos al menos dos dispositivos de medición, que pueden disponerse distanciados, en particular, a diferentes alturas geodésicas en preferentemente diferentes lugares en el espacio que va a ventilarse. Mediante la disposición de los dispositivos de medición a diferentes alturas geodésicas y en diferentes lugares en el espacio pueden determinarse los valores de medición en capas representativas y lugares dentro del espacio, lo que puede usarse de manera ventajosa para una determinación más precisa del desarrollo espacial del límite de capa así como posibles flujos transversales y flujos térmicos.

Otra solución del problema consiste en un espacio de acuerdo con la reivindicación 14 que comprende un dispositivo para la ventilación por capas para la ventilación adaptada a las necesidades según una de las reivindicaciones 10 a 13.

Breve descripción del dibujo

Un ejemplo de realización de la invención se explica en más detalle a continuación mediante los dibujos. Muestran en representación meramente esquemática:

- la Figura 1, un diagrama de flujos del desarrollo del procedimiento para el control de un dispositivo para la ventilación por capas y
- la Figura 2, una vista en corte de un espacio que va a ventilarse con un dispositivo para la ventilación por capas de acuerdo con la invención.

Forma de realización preferente de la invención

La Figura 1 y la Figura 2 representan el procedimiento (100) para la regulación de un dispositivo (10) para la ventilación por capas en una forma de realización preferente así como un dispositivo (10) para la ventilación por capas configurado para la ejecución del procedimiento (100) que se encuentra en un espacio (11) que va a ventilarse. Mediante la Figura 1 se representa el procedimiento (100) en forma de un diagrama de flujos.

El procedimiento (100) comprende las siguientes etapas:

- (V1) puesta en marcha del dispositivo (10) para la ventilación por capas,
- (V2) configuración de un límite de capa (12) entre la primera capa de aire (13) inferior y la segunda capa de aire

- (14) superior,
- (V3) medición de los parámetros del aire ambiente (15) en al menos un lugar (16) en el espacio (11) que va a ventilarse,
- (V4) cálculo del valor real del límite de capa (12),
- 5 (V5) comparación del valor real con el valor teórico predeterminado,
- (V6) cálculo de la amplitud de las señales de regulación,
- (V7) regulación del dispositivo (10) para la ventilación por capas,
- (V8) evaluación de condiciones de terminación externas,
- 10 (V9) repetición de las etapas de procedimiento (V3) a (V8), o
- (V10) final del procedimiento.

Tras la puesta en marcha del dispositivo (10) para la ventilación por capas (V1), que puede efectuarse, por ejemplo, con el comienzo del turno, se forma en la operación continua mediante conducción de aire de entrada (17) al interior de la zona de suelo (18) del espacio (11) que va a ventilarse con la evacuación simultánea de aire de salida (19) desde la zona de techo (20) del espacio (11) que va a ventilarse un límite de capa (12) entre una primera capa de aire (13) geodésicamente inferior y una segunda capa de aire (14) geodésicamente superior a partir de (V2). El aire (17) suministrado al espacio (11) que va a ventilarse hacia la zona de suelo (18) presenta preferentemente una pequeña concentración de sustancias nocivas. El aire de entrada (17) suministrado se calienta por encima de las instalaciones de producción (21) que se encuentran en el espacio (11) o por encima de las personas (22) que se encuentran en el espacio (11), y aumenta debido a la densidad reducida del aire calentado en el espacio (11), transportándose sustancias nocivas que se encuentran en la zona de trabajo (23) de las personas (22) por medio de las corrientes de convección (24) emergentes hacia la zona superior (25) del espacio (11). El aire calentado y cargado con una concentración mayor de sustancias nocivas se evacúa a continuación como aire de salida (19) desde la zona superior (25) del espacio (11) que va a ventilarse. Para la estabilización del límite de capa (12) tienen que ajustarse los parámetros de operación del dispositivo (10) para la ventilación por capas, de manera correspondiente a las condiciones de producción, es decir, por ejemplo de manera correspondiente a la distribución de las instalaciones de producción (31) dentro del espacio (11) así como de la utilización temporal de la potencia de la producción. Los parámetros de operación del dispositivo (10) para la ventilación por capas son, a este respecto, en particular la corriente de aire (17a) suministrada o la cantidad de aire (17) suministrada, la temperatura del aire (17) suministrado y la corriente de aire (19a) evacuada o la cantidad de aire (19) evacuada.

Para la regulación de estos parámetros de operación se miden en el procedimiento (100) en al menos un lugar (16) en el espacio (11) que va a ventilarse parámetros del aire ambiente (15) (V3). Los parámetros medidos pueden ser, a este respecto, por ejemplo, la temperatura T, el gradiente de temperatura dT/dH con respecto a la altura (H) por encima del nivel del suelo (26) del espacio (11) que va a ventilarse, y la concentración de sustancias nocivas (V3). A partir de los parámetros medidos del aire ambiente (15) se calcula con una función el valor real de la altura del límite de capa (12) por encima del nivel del suelo (26) (V4). Para el cálculo (V4) de la altura del límite de capa (12) puede adaptarse una función matemática a la evolución de los valores de un parámetro medidos a varias alturas (H), por ejemplo la temperatura. Con procedimientos analíticos o iterativos se determina entonces el lugar del gradiente máximo de la evolución de temperatura. En este caso puede indicarse el límite de capa (12) mediante un gradiente de temperatura grande dT/dh . No obstante, con una función correspondiente es adecuada, en principio, cualquier combinación de los parámetros medidos del aire ambiente (15) para el cálculo del valor real de la altura del límite de capa (12) por encima del nivel del suelo (26) (V4). De manera correspondiente a los valores de los parámetros del aire ambiente (15) predeterminados para el espacio (11) que va a ventilarse, en los lugares de medición (16a, 16b) se determina un valor teórico de la altura del límite de capa (12) por encima del nivel del suelo (26). En consecuencia, el valor real de la altura del límite de capa (12) se compara con el valor teórico de la altura del límite de capa (12) (V5). Una prescripción, por ejemplo una prescripción implementada en un programa informático, calcula ahora la magnitud, es decir, la amplitud de las señales de regulación (V6) a partir de la diferencia calculada del valor real de la altura del límite de capa (12) con respecto al valor teórico de la altura del límite de capa (12). Las señales de regulación se determinan, a este respecto, de tal modo que se contrarresta la diferencia del valor real de la altura del límite de capa (12) con respecto al valor teórico de la altura del límite de capa (12) mediante la modificación de los parámetros de operación del dispositivo (10) para la ventilación por capas. Las señales de regulación sirven como señales de entrada para la regulación del dispositivo para la ventilación por capas (V7). Mientras que no exista ninguna condición de terminación externa, por ejemplo una parada de producción (V8), el procedimiento (100) con una nueva medición de los parámetros del aire ambiente (15) se continúa (V3) y se repite.

Los parámetros del aire ambiente (15) predeterminado y, con ello, también el valor teórico de la altura del límite de capa (12) pueden ser variables también temporalmente. De esta manera es posible, por ejemplo en pausas de trabajo, fijar el valor teórico de la altura del límite de capa (12) más bajo, lo que tiene una repercusión ventajosa en el balance de energía del procedimiento (100), dado que se requiere una potencia de ventilador menor y, en relación con ello, una potencia de enfriamiento menor de la corriente volumétrica de aire (17a) suministrada.

Además, también es posible determinar la magnitud de las señales de regulación directamente a partir de las diferencias de los valores medidos de los parámetros del aire ambiente (15) con respecto a los valores predeterminados de los parámetros del aire ambiente (15). Por tanto, el procedimiento (100) puede estar configurado también de tal modo que en lugar de la altura del límite de capa (12) se predetermina, por ejemplo, una

concentración de sustancias nocivas determinada como valor teórico, y el valor real de la concentración de sustancias nocivas medida se modifica mediante regulación del dispositivo (10) para la ventilación por capas (V7). También una combinación de los parámetros medidos del aire ambiente (15) puede modificarse de manera correspondiente a una combinación de valores teóricos de estos parámetros mediante regulación del dispositivo (10) para la ventilación por capas (V7).

La Figura 2 representa un espacio (11) que comprende un dispositivo (10) para la ventilación por capas, que está configurado para aplicar el procedimiento (100) para la regulación de un dispositivo (10) para la ventilación por capas.

Mediante la operación del dispositivo (10) para la ventilación por capas se ha configurado entre una primera capa de aire (13) geodésicamente inferior y una segunda capa de aire (14) geodésicamente superior un límite de capa (12). La primera capa de aire (13) geodésicamente inferior se suministra por pasos de ventilación por capas (27, 28) del dispositivo (10) para la ventilación por capas una corriente volumétrica de aire (17a) determinada. Un primer paso de ventilación por capas (27) se encuentra en una pared de espacio (29) y está conectado a un canal de aire de entrada (30). Además, puede estar previsto un segundo paso de ventilación por capas (28) de un aparato de climatización de fachada (31), que comprende un dispositivo (32) para regular la temperatura de aire de entrada, está previsto en una pared exterior (33) del espacio (11). Los pasos de ventilación por capas (27, 28) pueden estar dotados, a este respecto, de rejillas de escape (34), que posibilitan un suministro con poco impulso de aire de entrada (17) al interior de la primera capa de aire (13). Por encima de fuentes térmicas (21, 22), tales como por ejemplo instalaciones de producción (21) o personas (22) que se encuentran en el espacio (11) que va a ventilarse, se originan debido al calentamiento del aire corrientes de convección (24) ascendentes, que transportan sustancias nocivas de la zona de suelo (18) a la zona superior (25) del espacio (11). En el techo (35) del espacio (11) que va a ventilarse se encuentran dispositivos (36) para la evacuación del aire de salida (19) calentado que se encuentra en la segunda capa de aire (14) geodésicamente superior y que está cargado de sustancias nocivas. Los dispositivos (36) para la evacuación del aire de salida (19) están unidos para ello con un canal de aire de salida (37).

Debido al aire que asciende en las corrientes de convección (24) pueden configurarse en la segunda capa de aire (14) superior torbellinos de aire (38). En la pared exterior (33) del espacio (11) que va a ventilarse puede tener lugar en caso de temperaturas exteriores bajas un enfriamiento del aire calentado que se encuentra en la zona de espacio superior (25), lo que conduce a flujos descendentes (39) a lo largo de la pared exterior (33). Además, debido a los flujos descendentes (39) o a corrientes de convección (24) térmicas cambiantes pueden configurarse flujos transversales (40) del aire ambiente (15).

El dispositivo (10) para la ventilación por capas configurado para la ejecución del procedimiento (100) presenta varios dispositivos de medición (41) dispuestos en diferentes lugares (16a, 16b) y a diferentes alturas. Los dispositivos de medición (41) pueden estar colocados, a este respecto, en las paredes (29, 33) del espacio (11) que va a ventilarse o en columnas (42), etc., que se encuentran en este espacio (11). A partir de los valores calculados por los dispositivos de medición (41) de los parámetros del aire ambiente (15), por ejemplo la temperatura y/o la concentración de sustancias nocivas, se calcula por medio de un programa informático realizado en un dispositivo de regulación (43) el valor real de la altura del límite de capa (12). Debido a la multiplicidad de los dispositivos de medición (41) que se encuentran en diferentes lugares (16a, 16b) puede determinarse el valor real de la altura del límite de capa (12) en varios lugares (16a, 16b). En consecuencia se compara mediante el dispositivo de regulación (43) el valor real con un valor teórico predeterminado de la altura del límite de capa (12) y, partiendo de la diferencia del valor real con respecto al valor teórico, se calcula la amplitud de las señales de regulación para modificar los parámetros de operación del dispositivo (10) para la ventilación por capas.

Lista de las referencias

50	100	procedimiento para la regulación de un dispositivo para la ventilación por capas
	10	dispositivo para la ventilación por capas
	11	espacio que va a ventilarse
	12	límite de capa
	13	primera capa de aire geodésicamente inferior
55	14	segunda capa de aire geodésicamente superior
	15	aire ambiente
	16	lugar en el espacio que va a ventilarse
	16a	primer lugar de medición
	16b	segundo lugar de medición
60	17	aire de entrada
	17a	corriente de aire suministrada
	18	zona de suelo
	19	aire de salida
	19a	corriente de aire evacuada
65	20	zona de techo
	21	instalaciones de producción

ES 2 619 103 T3

	22	persona
	23	zona de trabajo
	24	corrientes de convección
	25	zona de espacio superior
5	26	nivel del suelo
	27	primer paso de ventilación por capas
	28	segundo paso de ventilación por capas
	29	pared de espacio
	30	canal de aire de entrada
10	31	aparato de climatización de fachada
	32	dispositivo para regular la temperatura del aire de entrada
	33	pared exterior
	34	reja de escape
	35	techo
15	36	dispositivo para la evacuación de aire de salida
	37	canal de aire de salida
	38	torbellinos de aire
	39	flujos descendentes
	40	flujos transversales
20	41	dispositivo de medición
	42	columna
	43	dispositivo de regulación
	V1	comienzo del procedimiento, puesta en marcha del dispositivo para la ventilación por capas
25	V2	configuración de un límite de capa
	V3	medición de los parámetros del aire ambiente
	V4	cálculo del valor real de la altura del límite de capa
30	V5	comparación del valor real con el valor teórico
	V6	cálculo de la amplitud de las señales de regulación
	V7	regulación del dispositivo para la ventilación por capas
	V8	evaluación de condiciones de terminación externas
	V9	repetición del procedimiento a partir de V3
35	V10	final del procedimiento, desconexión del dispositivo para la ventilación por capas
	H	altura por encima del nivel del suelo

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento (100) para la regulación de un dispositivo (10) para una ventilación por capas en un espacio (11) que va a ventilarse, formándose un límite de capa (12) entre una primera capa de aire (13) geodésicamente inferior y una segunda capa de aire (14) geodésicamente superior (V2), caracterizado por que el valor real de la altura del límite de capa (12) se calcula en al menos un lugar (16) en el espacio (11) que va a ventilarse (V4), por que el valor real se compara con un valor teórico (V5) y por que se contrarresta una diferencia del valor real con respecto al valor teórico mediante regulación del dispositivo (10) para una ventilación por capas (V7).
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se regulan los parámetros de operación del dispositivo (10) para una ventilación por capas, en particular la corriente de aire (17a) suministrada o la cantidad de aire (17) suministrada y/o la temperatura del aire (17) suministrado y/o la corriente de aire (19a) evacuada o la cantidad de aire (19) evacuada.
- 15 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que se calcula el valor real de la altura del límite de capa (12) a partir de uno o varios de los parámetros del aire ambiente (15) medidos en al menos un lugar (16) en el espacio (11) que va a ventilarse, en particular temperatura, concentración de sustancias nocivas, presión, caudal, dirección de flujo, humedad del aire y/o sus gradientes.
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que una función matemática, en particular un polinomio o una función sigmoidea, se adapta a la dependencia espacial de los valores de uno o varios parámetros medidos en varios lugares y/o a varias alturas, en particular a la evolución de temperatura en función de la altura y/o a la evolución de la concentración de sustancias nocivas en función de la altura.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se calcula mediante procedimientos analíticos o iterativos el gradiente máximo, en particular el gradiente máximo de la evolución de temperatura en función de la altura y/o el gradiente máximo de la evolución de la concentración de sustancias nocivas en función de la altura, y por que preferentemente a partir del lugar/de la altura del gradiente máximo, en particular de la evolución de temperatura y/o de la evolución de la concentración de sustancias nocivas, se calcula el valor real de la altura del límite de capa por encima del nivel del suelo.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el valor teórico en el al menos un lugar (16) en el espacio (11) que va a ventilarse se fija por valores predeterminados de los parámetros tiempo, temperatura, concentración de sustancias nocivas, presión, caudal, dirección de flujo, humedad del aire y/o sus gradientes.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se calcula la magnitud del cambio de los parámetros de operación, en particular la amplitud de las señales de regulación (V5), y por que preferentemente la amplitud de las señales de regulación depende, por ejemplo lineal o cuadráticamente, de la magnitud de la diferencia del valor real con respecto al valor teórico.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el valor real de la altura del límite de capa (12) se calcula en varios lugares (16a, 16b) y/o a varias alturas por encima de, en particular, varios lugares del nivel del suelo (26) del espacio (11) que va a ventilarse.
- 45 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el valor real de la altura del límite de capa (12) se regula por encima de, en particular, varios lugares del nivel del suelo (26) del espacio (11) que va a ventilarse.
- 50 10. Dispositivo (10) para la ventilación por capas de espacios (11), en particular para la ejecución del procedimiento (100) de manera correspondiente a una de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende al menos un dispositivo (27, 28) configurado para el suministro de aire (17) al interior de una primera capa de aire (13) geodésicamente inferior, y al menos un dispositivo (36) configurado para la evacuación de aire (19) desde una segunda capa de aire (14) geodésicamente superior, caracterizado por que el dispositivo (10) para la ventilación por capas presenta al menos un dispositivo de medición (41) que puede disponerse en el espacio (11) que va a ventilarse, y por que el dispositivo (10) para la ventilación por capas presenta al menos un equipo de regulación (43) configurado para la regulación del dispositivo (10) para la ventilación por capas.
- 55 11. Dispositivo para la ventilación por capas según la reivindicación 10, caracterizado por que el dispositivo (10) para la ventilación por capas está configurado para influir en un límite de capa (12) que se configura con la operación entre la primera capa de aire (13) geodésicamente inferior y la segunda capa de aire (14) geodésicamente superior, pudiendo influirse en el límite de capa (12) en particular en función de la situación, en función del lugar, en función del tiempo, en función del estado de operación y/o de manera predefinida, preferentemente mediante regulación del dispositivo (10) para la ventilación por capas por el equipo de regulación (43).
- 60 12. Dispositivo para la ventilación por capas según una de las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado por que el al
- 65

5 menos un dispositivo de medición (41) que puede disponerse en el espacio (11) que va a ventilarse está configurado en particular para la medición de la temperatura y/o del gradiente de temperatura y/o de la presión y/o del gradiente de presión y/o del caudal y/o de la dirección de flujo y/o de la concentración de sustancias nocivas y/o del gradiente de la concentración de sustancias nocivas y/o de la humedad del aire y/o del gradiente de la humedad del aire del aire ambiente (15).

10 13. Dispositivo para la ventilación por capas según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado por que el dispositivo para la ventilación por capas comprende al menos dos dispositivos de medición (41), que pueden disponerse, en particular, a diferentes alturas geodésicas en lugares (16a, 16b) preferentemente diferentes en el espacio (11).

14. Espacio (11) que comprende un dispositivo (10) para la ventilación por capas para una ventilación adaptada a las necesidades según una de las reivindicaciones 10 a 13.

100

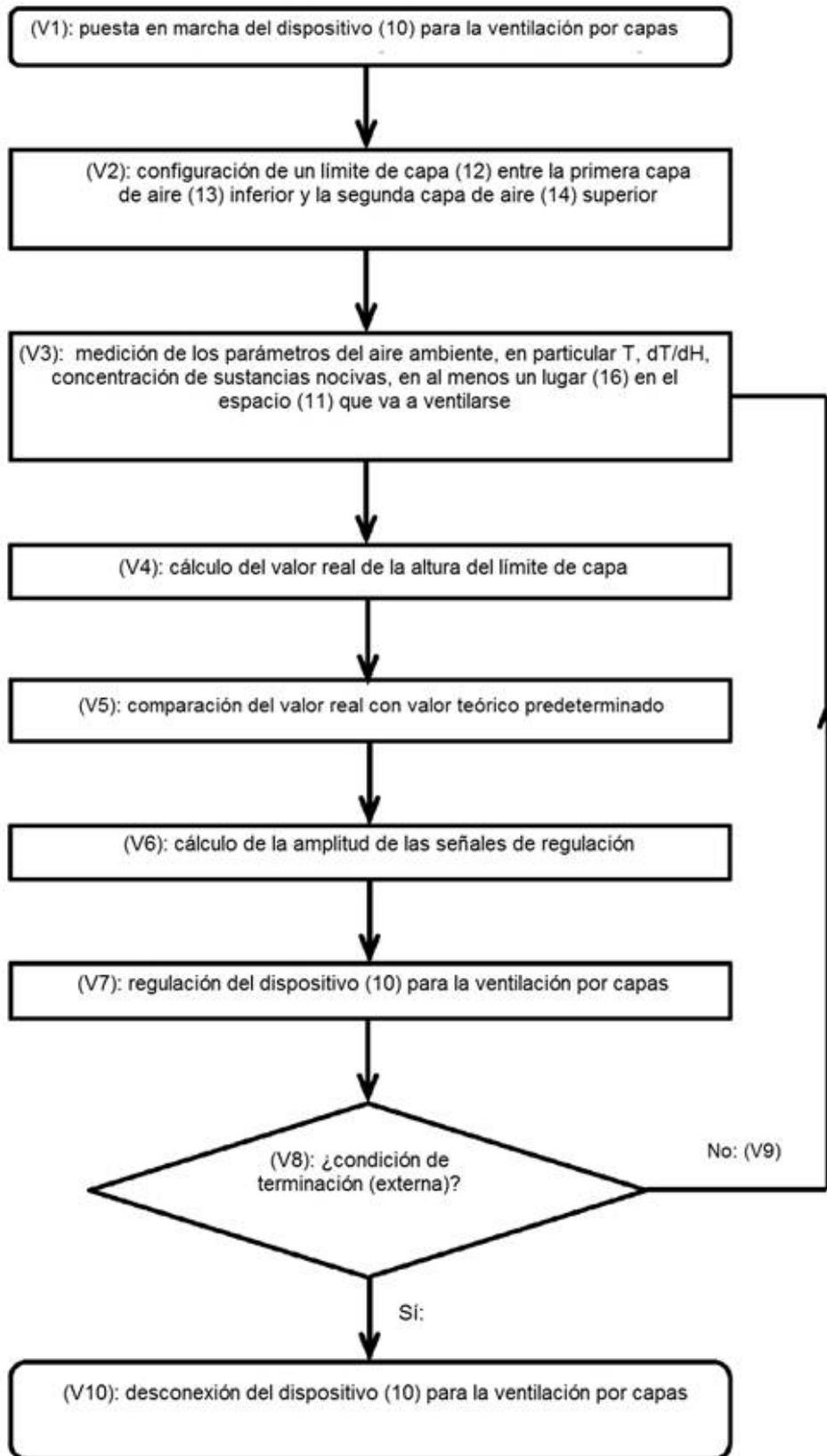


Fig. 1

