

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 020 734**

51 Int. Cl.:

<b>F24F 7/08</b>	(2006.01)
<b>F24F 11/49</b>	(2008.01)
<b>F24F 13/02</b>	(2006.01)
<b>F24F 140/10</b>	(2008.01)
<b>F24F 140/40</b>	(2008.01)
<b>F24F 11/63</b>	(2008.01)
<b>F24F 11/74</b>	(2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.08.2022** **E 22192267 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2025** **EP 4145052**

54 Título: **Autocalibración de una instalación de ventilación**

30 Prioridad:

**03.09.2021 FR 2109199**

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

**23.05.2025**

73 Titular/es:

**ATLANTIC CLIMATISATION ET TRAITEMENT  
D'AIR INDUSTRIE (100.00%)  
13 Boulevard Monge  
69330 Meyzieu, FR**

72 Inventor/es:

**BRAVO, HECTOR;  
PETIT, FRÉDÉRIC y  
LENELLE, OLIVIER**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 3 020 734 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**

Autocalibración de una instalación de ventilación

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere de manera general al campo de la ventilación y, más en particular, a un método de autocalibración de una instalación de ventilación de tipo VMC (ventilación mecánica controlada), que comprende:

- 10 • una caja central que comprende un ventilador de extracción o de insuflación de aire de velocidad variable,
- N conductos de extracción o de insuflación de aire, estando un primer extremo de cada conducto de extracción o de insuflación de aire conectado a una toma de entrada o de salida de aire de dicha caja central,
- al menos un conducto de expulsión o de entrada de aire, y
- 15 • un regulador de caudal con apertura de paso regulable para cada conducto de extracción o de insuflación de aire.

**Técnica anterior**

20 Como se muestra en la figura 1, un ejemplo no limitativo de instalación de ventilación residencial conocida comprende un sistema de ventilación que comprende un ventilador de extracción 1 de un flujo de aire a velocidad fija o variable, colocado preferentemente en una voluta de una caja central 2 que comprende un número N de tomas de entrada de aire, tales como las tres tomas de entrada de aire 3<sub>1</sub>, 3<sub>2</sub>, 3<sub>3</sub> visibles en la figura 1, cada una conectada a un primer extremo de un conducto de extracción de aire 4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>, una pluralidad de bocas de extracción de aire, tales como las tres bocas de extracción 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>, cada una conectada al otro extremo de un conducto de extracción, y al menos un dispositivo de expulsión 6, tal como un capuchón de tejado, conectado a una salida 7 de la caja central 2 a través de un conducto de expulsión 8. Los conductos de extracción equipados con bocas de extracción desembocan, por ejemplo, en habitaciones húmedas (cuarto de baño, aseo, cocina) y están formados por piezas mecánicas que pueden adaptar la apertura (o sección de paso) del aire en función de uno o varios parámetros tales como, de manera no limitativa, el grado de humedad de la habitación, la detección de la presencia de una persona o cualquier acción mecánica (ventilación de cocina, etc.). El ventilador de extracción de aire 1 y las bocas de extracción suelen ser independientes entre sí. El ventilador de extracción de aire 1 extrae un caudal de aire global proporcionando a las bocas una presión global que les permite funcionar con el caudal de extracción adecuado. Cada boca de extracción constituye un regulador de caudal con una apertura de paso regulable que actúa modificando la sección de paso del aire que entra en el conducto correspondiente en función de la humedad o de las necesidades del cliente, sin tener en cuenta el estado del ventilador de extracción centralizada 1. En un sistema de cambio de velocidad en función del caudal, el sistema puede detectar una variación del caudal y adaptar la velocidad del ventilador 1 para modificar la presión disponible para las bocas.

De forma alternativa, como se muestra en la figura 2, las bocas de extracción 5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub> de la figura 1 se sustituyen por bocas 5<sub>1</sub><sup>′</sup>, 5<sub>2</sub><sup>′</sup> y 5<sub>3</sub><sup>′</sup> cuya función es puramente estética, y los reguladores de caudal con apertura de paso regulable están formados por registros 5<sub>1</sub><sup>″</sup>, 5<sub>2</sub><sup>″</sup> y 5<sub>3</sub><sup>″</sup>, donde cada uno comprende una aleta móvil, y colocados dentro de las tomas de entrada de aire de la caja central 2. Cada registro ajustará la posición de la aleta para responder a la necesidad de caudal de extracción de la habitación a la que está conectada a través del conducto de extracción, en función de información procedente de sensores tales como, de manera no limitativa, sensores de humedad, de COV, etc. El documento EP 2 363 656 A2 muestra un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

En determinados sistemas conocidos, cada toma está equipada además con un sensor de caudal. De este modo, cada registro puede regular la posición de la aleta asociada para que el caudal medido por el sensor de caudal se corresponda con un caudal de consigna. Sin embargo, los sensores de caudal son dispositivos caros.

No obstante, para controlar los caudales de extracción de cada habitación sin tener que recurrir a costosos sensores de caudal, es necesario conocer con precisión, por un lado, la presión proporcionada por el ventilador de extracción 1 y, por otro, las pérdidas de carga de cada conducto de la instalación, es decir, las diferencias de presión en cada conducto a un caudal dado. En la primera puesta en servicio de un sistema de ventilación con ventilador de extracción como el que se muestra en cualquiera de las anteriores figuras 1 o 2, las pérdidas de carga inducidas por la red de aire de la instalación se desconocen generalmente.

Además, después de un determinado período de utilización de la instalación, las pérdidas de carga pueden haber evolucionado, por ejemplo, debido a la obstrucción de los conductos de extracción.

**Resumen de la invención**

La presente invención tiene como objetivo paliar las limitaciones de la técnica anterior proponiendo una solución sencilla para determinar con precisión las pérdidas de carga de una instalación de ventilación, que consiste en determinar *in situ* las pérdidas de carga de la instalación, ya sea en el momento de la primera puesta en servicio de la instalación o en cualquier momento durante la utilización de la instalación.

Más específicamente, la presente invención tiene como objetivo un método de autocalibración de una instalación de ventilación mecánica controlada, VMC, comprendiendo dicha instalación VMC:

- una caja central que comprende un ventilador de extracción o de insuflación de aire;
  - N conductos de extracción o de insuflación de aire, estando un primer extremo de cada conducto de extracción o de insuflación de aire conectado a una toma de entrada o de salida de aire de dicha caja central;
  - al menos un conducto de expulsión o de entrada de aire, y
  - un regulador de caudal con apertura de paso regulable para cada conducto de extracción o de insuflación de aire,
- siendo dicho método de autocalibración conforme a la reivindicación 1.

En una primera forma de realización no cubierta por la reivindicación 1, la determinación *in situ* de un coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  asociado al i-ésimo conducto de extracción o de insuflación de aire comprende las siguientes etapas sucesivas:

- a) controlar el regulador de caudal asociado al i-ésimo conducto de extracción o de insuflación de aire para que esté en una posición abierta y todos los demás reguladores de caudal para que estén en una posición cerrada;
- b) activar el ventilador de extracción o de insuflación de aire a una velocidad dada;
- c) determinar el caudal  $Q_T$  del ventilador de extracción o de insuflación de aire y medir la diferencia  $\Delta P$  entre la presión atmosférica  $P_0$  y la presión  $P^-$  proporcionada por el ventilador de extracción o de insuflación de aire;
- d) calcular el coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  a partir del caudal  $Q_T$  determinado y de la diferencia  $\Delta P$  medida.

En este caso, el coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  se puede calcular en la etapa d) aplicando la relación

$$k_i = \frac{\Delta P}{Q_T^2} - k_{reg_i}$$

donde  $k_{reg_i}$  es un coeficiente de pérdida de carga conocido del regulador de caudal asociado al i-ésimo conducto de extracción o insuflación de aire.

En una segunda forma de realización no cubierta por la reivindicación 1, la determinación *in situ* de un coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  asociado al i-ésimo conducto de extracción o de insuflación de aire comprende las siguientes etapas sucesivas:

- a) controlar el regulador de caudal asociado al i-ésimo conducto de extracción o de insuflación de aire para que esté en una posición abierta y todos los demás reguladores de caudal para que estén en una posición cerrada;
- b) activar el ventilador de extracción o de insuflación de aire a una primera velocidad dada  $v_1$ ;
- c) determinar, para esta primera velocidad dada, el caudal  $Q_{TV1}$  del ventilador de extracción o de insuflación de aire y medir la diferencia  $\Delta P_{v1}$  entre la presión atmosférica  $P_0$  y la presión  $P^-$  proporcionada por el ventilador de extracción o de insuflación de aire;
- d) activar el ventilador de extracción o de insuflación de aire a una segunda velocidad dada  $v_2$ ;
- e) determinar, para esta segunda velocidad dada, el caudal  $Q_{TV2}$  del ventilador de extracción o de insuflación de aire y medir la diferencia  $\Delta P_{v2}$  entre la presión atmosférica  $P_0$  y la presión  $P^-$  proporcionada por el ventilador de extracción o de insuflación de aire;
- f) calcular el coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  a partir de los caudales  $Q_{TV1}$  y  $Q_{TV2}$  determinados y de las diferencias  $\Delta P_{v1}$  y  $\Delta P_{v2}$  medidas en las etapas c) y e).

En este caso, el coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  se puede calcular en la etapa f) resolviendo el sistema de ecuaciones:

$$k_i = \frac{\Delta P_{v1}}{Q_{TV1}^2} - k_{reg_i} = \frac{\Delta P_{v2}}{Q_{TV2}^2} - k_{reg_i}$$

donde  $k_{reg_i}$  es un coeficiente de pérdida de carga conocido del regulador de caudal asociado al i-ésimo conducto de extracción o de insuflación de aire.

En posibles formas de realización, dicha posición abierta corresponde preferentemente a una posición máxima en la que el regulador de caudal asociado al i-ésimo conducto de extracción o de insuflación de aire permite el paso de un caudal máximo.

En el caso de la primera forma de realización antes mencionada, la determinación *in situ* del coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  se realiza en la etapa d), aplicando la siguiente relación:

$$k_R = \frac{\Delta P_V}{Q_T^2} - \frac{\Delta P}{Q_T^2}$$

5

donde  $\Delta P_V$  es la presión conocida del ventilador.

10 En este caso, la determinación *in situ* del coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  se puede realizar mediante las siguientes etapas adicionales:

- 15
- e) controlar todos los reguladores de caudal para que estén en una posición abierta;
  - f) activar el ventilador de extracción o de insuflación de aire a una velocidad dada;
  - g) determinar el caudal  $Q_T$  del ventilador de extracción o de insuflación de aire y medir la diferencia  $\Delta P$  entre la presión atmosférica  $P_0$  y la presión  $P^-$  proporcionada por el ventilador de extracción o de insuflación de aire;
  - h) calcular el coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  aplicando la siguiente relación:

$$k_R = \frac{\Delta P_V}{Q_T^2} - \frac{\Delta P}{Q_T^2}$$

20 donde  $\Delta P_V$  es la presión conocida del ventilador.

La presente invención también tiene como objetivo una instalación de ventilación, que comprende:

- 25
- una caja central que comprende un ventilador de extracción o de insuflación de aire;
  - N conductos de extracción o de insuflación de aire, estando un primer extremo de cada conducto de extracción o de insuflación de aire conectado a una toma de entrada o de salida de aire de dicha caja central;
  - al menos un conducto de expulsión o de entrada de aire, y
  - un regulador de caudal con apertura de paso regulable para cada conducto de extracción o de insuflación de aire,
- 30

estando caracterizada dicha instalación por que la caja central comprende medios de autocalibración capaces de determinar y memorizar *in situ* un coeficiente de pérdida de carga asociado a cada conducto de extracción o de insuflación de aire mediante la implementación de las etapas de método de acuerdo con la reivindicación 1.

35 Cada regulador de caudal puede ser una boca de extracción o de insuflación de aire dispuesta en un segundo extremo del conducto de extracción o de insuflación de aire correspondiente. De forma alternativa, cada regulador de caudal es un registro dispuesto en el interior de la toma de entrada o de salida de aire correspondiente de dicha caja central.

**Breve descripción de las figuras**

40 La siguiente descripción, junto con los dibujos adjuntos que se ofrecen a modo de ejemplos no limitativos, ayudará a entender en qué consiste la invención y cómo se puede llevar a cabo. En las figuras adjuntas:

- 45
- La figura 1, ya descrita anteriormente, ilustra esquemáticamente una instalación de ventilación con bocas de extracción regulables que no forma parte de la invención;
  - la figura 2, ya descrita anteriormente, ilustra esquemáticamente una instalación de ventilación con registros de extracción regulables que no forma parte de la invención;
  - la figura 3 representa un modelo de pérdidas de carga correspondiente a una instalación de ventilación con registros de extracción regulables de la figura 2;
  - la figura 4 ilustra posibles etapas para un primer método de autocalibración que no forma parte de la invención;
  - la figura 5 ilustra posibles etapas para un segundo método de autocalibración conforme a la presente invención.
- 50

**Descripción de formas de realización**

55 En las figuras, los elementos idénticos o equivalentes llevarán los mismos signos de referencia. Los diferentes esquemas no están a escala.

En una instalación de ventilación como la representada esquemáticamente en la figura 2, las pérdidas de carga inducidas por la red de distribución de aire dependen, por un lado, de cada ramificación de extracción (comprendiendo cada ramificación un conducto de extracción y, en los dos extremos del conducto, una boca de extracción y un registro

de extracción), y por otro lado, de la(s) ramificación(es) de expulsión (comprendiendo cada ramificación de expulsión un conducto de expulsión y un capuchón de tejado).

5 La figura 3 representa un modelo de la red de distribución de aire de una instalación similar a la representada esquemáticamente en la figura 2, que comprende N ramificaciones denotadas como B<sub>1</sub> a B<sub>N</sub>. En este esquema se utilizan las siguientes nomenclaturas y referencias:

- P<sup>-</sup> es la presión proporcionada por el ventilador de extracción de aire 1 en la caja central 2;
- P<sub>0</sub> es la presión atmosférica (que se considera nula en lo sucesivo en aras de la simplicidad);
- 10 • ΔP es la diferencia entre la presión P<sub>0</sub> y la presión P<sup>-</sup> proporcionada por el ventilador de extracción de aire 1;
- P<sub>R</sub> es la presión en la salida 7 de la caja central 2, conectada al conducto de expulsión 8;
- k<sub>R</sub> es un coeficiente de pérdida de carga de la ramificación de expulsión compuesta por el conducto de expulsión 8 y un medio de expulsión 6;
- ΔP<sub>v</sub> es la presión generada por el ventilador;
- 15 • ΔP<sub>i</sub> es la pérdida de carga de la ramificación de expulsión;
- B<sub>i</sub> es una i-ésima ramificación de la red de distribución de aire (siendo i un número entero que varía de 1 a N);
- P<sub>i</sub> es la presión en la entrada del registro 5<sup>i</sup> de la ramificación B<sub>i</sub>;
- ΔP<sub>i</sub> es la pérdida de carga creada por el registro 5<sup>i</sup> de la ramificación B<sub>i</sub>;
- 20 • ΔP<sub>g<sub>i</sub></sub> es la pérdida de carga creada por la ramificación B<sub>i</sub>, fuera del registro 5<sup>i</sup>, es decir, la pérdida de carga asociada al conducto de extracción 4<sub>i</sub>;
- k<sub>reg<sub>i</sub></sub> es el coeficiente de pérdida de carga creado por el registro 5<sup>i</sup> de la ramificación B<sub>i</sub>, para una posición dada del registro 5<sup>i</sup>;
- k<sub>i</sub> es el coeficiente de pérdida de carga asociado a la ramificación B<sub>i</sub>, fuera del registro 5<sup>i</sup>, es decir, el coeficiente de pérdida de carga asociado al conducto de extracción 4<sub>i</sub>;
- 25 • Q<sub>i</sub> es el caudal en cada ramificación B<sub>i</sub>;
- Q<sub>T</sub> es el caudal del ventilador de extracción de aire 1.

30 El ventilador de extracción de aire 1 puede ser un ventilador cuya turbina gira a velocidad fija. De forma alternativa, el ventilador puede ser de velocidad variable. En este caso, se puede controlar la velocidad de rotación de la turbina (por ejemplo, mediante un control de velocidad constante o de presión constante o de caudal constante, o de par de torsión constante).

35 Se sabe que la pérdida de carga ΔP<sub>g<sub>i</sub></sub> se puede calcular de forma clásica mediante la siguiente relación (1):  
[Ec. 1]

$$\Delta P_{g_i} = k_i \cdot Q_i^a = \Delta P - \Delta P_i \quad (1)$$

40 donde a es un coeficiente que permite tener en cuenta los efectos turbulentos debidos a la fricción dentro de los conductos que modifican el comportamiento de la pérdida de carga.

En posibles implementaciones del método que no forman parte de la invención, se puede considerar que este coeficiente a es igual a 2, de modo que la relación (1) anterior se convierte en la siguiente relación (2):  
[Ec. 2]

$$\Delta P_{g_i} = k_i \cdot Q_i^2 = \Delta P - \Delta P_i \quad (2)$$

45 Un método de autocalibración conforme a la invención tiene como objetivo permitir que los medios de autocalibración comprendidos en la caja central 2 (típicamente un controlador no representado) determinen *in situ* al menos el coeficiente k<sub>i</sub> de pérdida de carga asociado a cada conducto de cada ramificación B<sub>i</sub> de la instalación. Los coeficientes k<sub>i</sub> determinados de este modo se almacenan en una memoria (no representada) asociada al controlador. Una vez finalizada la autocalibración, el controlador es capaz de calcular, en cualquier momento durante el funcionamiento de la instalación de ventilación, la pérdida de carga real ΔP<sub>g<sub>i</sub></sub> de un conducto 4<sub>i</sub> de la ramificación B<sub>i</sub> para cualquier caudal Q<sub>i</sub>, aplicando la primera igualdad de la relación (1) o (2).

55 A continuación se describen varios métodos de autocalibración. Todos estos métodos consisten en determinar *in situ* al menos los coeficientes k<sub>i</sub> de pérdida de carga para todos los conductos de la instalación, controlando los registros para que ocupen diferentes posiciones de apertura, de acuerdo con una secuencia particular que difiere de un método a otro, y midiendo o estimando *in situ* los caudales Q<sub>T</sub> obtenidos en diferentes etapas de la secuencia. Estos métodos difieren entre sí dependiendo de si se dispone o no, en el sistema de ventilación (en este caso en la caja central 2), de un sensor para medir la diferencia ΔP entre la presión P<sub>0</sub> y la presión P<sup>-</sup> proporcionada por el ventilador de extracción de aire 1.

**Caso 1: Medición  $\Delta P$  disponible**

En este caso se supone que el sistema de ventilación está equipado, en el interior de la caja central 2, con un sensor de presión (no representado) que mide el valor  $\Delta P$ . Este sensor de presión tiene un punto de medición situado entre la carcasa del ventilador 1 de extracción de flujo de aire de caudal de aire y las tomas de entrada de aire  $3_1, \dots, 3_i, \dots, 3_N$ , y otro punto de medición en el exterior para medir la presión atmosférica  $P_0$  que sirve de referencia.

La figura 4 representa las posibles etapas de implementación de un método de autocalibración no conforme con la presente invención:

El método comienza preferentemente con una fase preliminar 100, que tiene como objetivo definir la referencia (puesta a cero) de la posición de las aletas de los diferentes registros  $5^i$  y estimar las fugas de aire internas de la instalación. El controlador puede necesitar conocer la posición de los registros de acuerdo con la tecnología utilizada para estos registros, por ejemplo, en el caso no limitativo en que estos registros utilicen un motor paso a paso sin sensor de posición para cambiar la posición del registro, es decir, para hacer que una aleta pase de una posición abierta a una posición cerrada correspondiente a topes mecánicos.

La fase preliminar 100 comienza con una etapa 101 en la que el controlador, colocado preferentemente dentro de la caja central 2, envía a cada registro  $5^i$  (donde  $i$  varía de 1 a  $N$ ) una orden de búsqueda de tope. Cuando todos los registros están en su tope, el controlador ordena el cierre de todos los registros (etapa 102) de modo que cada registro  $5^i$  se encuentre en una posición cerrada en la que permita el paso de un caudal de fuga mínimo.

El controlador activa entonces el ventilador de extracción de aire 1 a al menos una velocidad dada y desencadena la medición o estimación del caudal de aire  $Q_T$  del ventilador (etapa 103). Esta medición o estimación se puede implementar de diversas maneras.

Una primera solución consiste en utilizar un sensor de caudal en la salida del ventilador, siendo el sensor de caudal, por ejemplo, un sensor de ultrasonidos o un caudalímetro de hélice/iris con medición de pérdida de carga.

Otra solución consiste en utilizar un mapeo del ventilador almacenado previamente en la memoria asociada al controlador, donde este mapeo proporciona, por un lado, el valor del caudal  $Q_T$  en función de la potencia absorbida por el ventilador, su velocidad de rotación y su control, y por otro lado, la presión  $P^-$  proporcionada por el ventilador de extracción de aire 1 en función del caudal  $Q_T$ . De este modo, midiendo la potencia consumida y la velocidad del ventilador, se puede obtener una estimación del caudal  $Q_T$  y de la presión  $P^-$ .

Se puede utilizar otra solución si el ventilador 1 es un ventilador a reacción. De hecho, en este caso, las curvas que vinculan la presión  $P^-$  con el caudal  $Q_T$  para diferentes velocidades del ventilador son biyectivas. La medición de la presión  $P^-$  por el sensor de presión permite deducir de este modo el caudal  $Q_T$ .

Otras soluciones podrían consistir en medir la diferencia de presión en la carcasa y la entrada de aire en la caja central 2.

Sea cual sea la solución elegida para medir o estimar el caudal  $Q_T$ , este caudal medido o estimado debe ser muy bajo y corresponder únicamente a las fugas internas de la caja, ya que todos los registros están cerrados.

Si el caudal  $Q_T$  medido o estimado correspondiente a las fugas internas es demasiado alto, por ejemplo superior a un umbral almacenado  $Q_{i\_umbral}$  en la memoria asociada al controlador, esto puede significar que una entrada de aire no está cerrada (toma no conectada, un obturador que falta en la caja, etc.). En este caso, el controlador genera preferentemente una alarma visual y/o sonora (etapa 104) y el proceso de autocalibración finaliza hasta que se solucione el problema.

En caso contrario, la fase preliminar 100 finaliza con una etapa 105 en la que el controlador almacena en su memoria asociada el valor del caudal  $Q_T$  medido o estimado, dividido por el número  $N$  de registros, para poder tener en cuenta posteriormente estos valores de fuga por registro.

El proceso de autocalibración puede continuar con etapas que permiten determinar al menos el coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  de cada conducto  $4_i$  en cada ramificación  $B_i$  y, preferentemente, también el coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  del conducto de expulsión.

**Subcaso 1: el coeficiente  $a$  es igual a 2**

Como se ha visto previamente, la pérdida de carga  $\Delta P_{g_i}$  se puede calcular en este caso mediante la relación (2) dada anteriormente. De este modo, cada coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  se puede determinar mediante la siguiente relación (3):

[Ec. 3]

$$k_i = \frac{\Delta P}{Q_i^2} - \frac{\Delta P_i}{Q_i^2} = \frac{\Delta P}{Q_i^2} - k_{reg_i} \quad (3)$$

5 donde  $\Delta P_i$  es una función que refleja el comportamiento del registro 5<sup>o</sup><sub>i</sub> en función del caudal  $Q_i$  y de la posición de apertura  $\alpha$  del registro, y  $k_{reg_i}$  es el coeficiente de pérdida de carga creado por el registro 5<sup>o</sup><sub>i</sub> de la ramificación  $B_i$ , para una posición dada del registro 5<sup>o</sup><sub>i</sub>. Cada registro se ha caracterizado previamente, los valores  $\Delta P_i$  y  $k_{reg_i}$  son conocidos para cada valor de caudal  $Q_i$  posible y para cada posición  $\alpha$  posible del registro, y están almacenados en la memoria asociada al controlador.

10 Las siguientes etapas se realizan para calcular cada coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  y el coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  de la ramificación de expulsión:

El controlador ordena la apertura, preferentemente máxima, de un único registro 5<sup>o</sup><sub>i</sub>, por ejemplo el registro 5<sup>o</sup><sub>1</sub>, ( $i = 1$ ) y el cierre de todos los demás registros (etapa 110). El controlador ordena entonces la puesta en marcha del ventilador 1 a una velocidad dada (cualquiera), lo que permite al sistema suministrar una presión disponible  $P^-$  (etapa 120).

15 Durante una etapa 130, el controlador desencadena la medición de  $\Delta P$  (mediante el sensor de presión) y la medición del caudal de aire  $Q_T$  de acuerdo con uno cualquiera de los métodos descritos anteriormente. Dado que solo la compuerta 5<sup>o</sup><sub>i</sub> está en posición abierta, el caudal de aire  $Q_T$  medido corresponde al caudal  $Q_i$  en la ramificación  $B_i$ , salvo las fugas de las tomas, de modo que el controlador puede proceder (etapa 140) a calcular el coeficiente de pérdida de carga aplicando la siguiente relación (4):

20 [Ec. 4]

$$k_i = \frac{\Delta P}{Q_T^2} - k_{reg_i} \quad (4)$$

25 Durante esta etapa 140, el controlador también puede calcular el coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  de la ramificación de expulsión aplicando la siguiente relación (5):  
[Ec. 5]

$$k_R = \frac{\Delta P_V}{Q_T^2} - \frac{\Delta P}{Q_T^2} \quad (5)$$

30 donde  $\Delta P_V$  es la presión del ventilador obtenida mediante mapeo, como se describió anteriormente.

Al final de la etapa 140, la memoria asociada al controlador dispone del coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  para la ramificación  $B_i$  sometida a prueba y del coeficiente de pérdida de carga  $k_R$ .

35 Las etapas 110 a 140 se repiten hasta que se hayan determinado los coeficientes de pérdida de carga asociados a las  $N$  ramificaciones.

40 Se observa que, de acuerdo con este método, el cálculo del coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  de la ramificación de expulsión se realiza en cada iteración de las etapas 110 a 140. En la práctica, los valores de  $k_R$  obtenidos en cada iteración nunca son iguales. Por lo tanto, se debe realizar una elección mediante un método que permita obtener el valor de  $k_R$  más cercano a la realidad, por ejemplo calculando el promedio de los valores de  $k_R$  obtenidos en cada iteración.

**Subcaso 2: el coeficiente a no es igual a 2**

45 Como se ha visto previamente, la pérdida de carga  $\Delta P_{g_i}$  se puede calcular en este caso mediante la relación (1) dada anteriormente. De este modo, cada coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  y el coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  se pueden determinar mediante las siguientes relaciones (6):  
[Ec. 6]

50

$$\left\{ \begin{array}{l} k_i = \frac{\Delta P}{Q_i^a} - \frac{\Delta P_i}{Q_i^a} = \frac{\Delta P}{Q_i^a} - k_{reg_i} \\ k_R = \frac{\Delta P_V}{Q_T^a} - \frac{\Delta P}{Q_T^a} \end{array} \right. \quad (6)$$

55 donde  $k_{reg_i}$  corresponde al coeficiente de pérdida de carga creado por el registro 5<sup>o</sup><sub>i</sub> de la ramificación  $B_i$ , para una posición dada del registro 5<sup>o</sup><sub>i</sub>.

En este caso, será necesario realizar etapas similares a las etapas 110 a 140 descritas anteriormente para calcular

5 cada coeficiente de pérdida de carga  $k_i$  y el coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  de la ramificación de expulsión. Sin embargo, para poder compensar el hecho de no conocer el coeficiente  $a$ , las etapas 120 y 130 vistas previamente se deben llevar a cabo no para una sola velocidad del ventilador de extracción de aire 1, sino para al menos dos velocidades diferentes  $v_1$  y  $v_2$  del ventilador 1, para tener dos pares de medidas  $[\Delta P_{v1}, Q_{Tv1}]$  y  $[\Delta P_{v2}, Q_{Tv2}]$  y resolver el siguiente sistema de ecuaciones (7):  
[Ec. 7]

$$\begin{cases} k_i = \frac{\Delta P_{v1}}{Q_{Tv1}^a} - k_{reg_i} = \frac{\Delta P_{v2}}{Q_{Tv2}^a} - k_{reg_i} & (7a) \\ k_R = \frac{\Delta P_{v,v1}}{Q_{Tv1}^a} - \frac{\Delta P_{v1}}{Q_{Tv1}^a} = \frac{\Delta P_{v,v2}}{Q_{Tv2}^a} - \frac{\Delta P_{v2}}{Q_{Tv2}^a} & (7b) \end{cases}$$

10 donde

$\Delta P_{v1}$  es la diferencia  $\Delta P$  para la velocidad  $v_1$ ;  
 $\Delta P_{v2}$  es la diferencia  $\Delta P$  para la velocidad  $v_2$ ;  
 $Q_{Tv1}$  es el caudal  $Q_T$  para la velocidad  $v_1$ ;  
 $Q_{Tv2}$  es el caudal  $Q_T$  para la velocidad  $v_2$ ;  
 $\Delta P_{v,v1}$  es la presión del ventilador, obtenida mediante mapeo, para la velocidad  $v_1$ ; y  
 $\Delta P_{v,v2}$  es la presión del ventilador, obtenida mediante mapeo, para la velocidad  $v_2$ .

**Variante para la determinación del coeficiente  $k_R$ :**

20 En el método descrito en referencia a la figura 4, se ha visto que el cálculo del coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  de la ramificación de expulsión se realiza en cada iteración de las etapas 110 a 140. Sin embargo, de forma alternativa, este cálculo se puede realizar de forma independiente, por ejemplo antes o después de que todos los coeficientes de pérdida de carga  $k_i$  se hayan calculado aplicando las relaciones (4) o (7) indicadas anteriormente y se hayan almacenado en la memoria asociada al controlador. Para ello, se puede proceder, por ejemplo, de la siguiente manera, en caso de que el coeficiente  $a$  sea igual a 2:

- el controlador ordena la apertura, preferentemente máxima, de todos los  $N$  registros y, a continuación, ordena la puesta en marcha del ventilador 1 a una velocidad dada (cualquiera), lo que permite al sistema suministrar una presión disponible  $P^*$ ;
- el controlador desencadena la medición de  $\Delta P$  (mediante el sensor de presión) y la medición o estimación del caudal de aire  $Q_T$  y de la presión disponible  $P^*$  de acuerdo con uno cualquiera de los métodos descritos anteriormente. Dado que todos los registros están en posición abierta, el caudal de aire  $Q_T$  medido corresponde a la suma de los caudales  $Q_i$  en la ramificación  $B_i$ , salvo las fugas de las tomas;
- el controlador determina entonces el coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  aplicando la relación (5).

Cabe señalar que las etapas anteriores se pueden llevar a cabo para cualquier posición de los registros. Sin embargo, se prefiere la apertura máxima de los registros porque cuanto mayor es el caudal total  $Q_T$ , mayor es la precisión en el cálculo de  $k_R$ .

40 En caso de que el coeficiente  $a$  no sea igual a 2, las dos primeras etapas anteriores se realizan para dos velocidades  $v_1$  y  $v_2$  diferentes del ventilador 1, de modo que el controlador puede determinar entonces el coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  resolviendo la relación (7b) anterior.

45 Cabe señalar que la determinación del coeficiente  $k_R$  no es obligatoria en este caso, en el sentido de que el conocimiento de este coeficiente no sirve para determinar el caudal en cada ramificación  $Q_i$ .

**Caso 2: Medición  $\Delta P$  no disponible**

50 A diferencia del caso anterior, aquí se supone que el sistema de ventilación no dispone de ningún sensor de presión y, por lo tanto, no es capaz de medir el valor  $\Delta P$ .

55 La figura 5 representa las posibles etapas de implementación de un método de autocalibración conforme a la presente invención y especialmente adaptado al caso de esta figura, y para el cual el ventilador 1 se trata aquí de un ventilador de velocidad variable:

El método comienza preferentemente con la fase preliminar 100, que tiene como objetivo definir la referencia (puesta a cero) de la posición de las aletas de los diferentes registros  $5^i$  y estimar las fugas de aire internas de la caja central 2, lo cual se ha descrito anteriormente en referencia a la figura 4.

El controlador debe proceder entonces seleccionando pares de registros, como se describirá más adelante:

El controlador ordena la apertura, preferentemente máxima, de un primer registro  $5^i$  de una primera ramificación  $B_i$ , por ejemplo el registro  $5^1$  ( $i = 1$ ) y el cierre de todos los demás registros (etapa 210). El controlador ordena entonces la puesta en marcha del ventilador 1 a una velocidad dada (cualquiera), lo que permite al sistema suministrar una presión disponible  $P^*$  (etapa 220).

Durante una etapa 230, el controlador desencadena la medición o la estimación del caudal de aire  $Q_T$  de acuerdo con uno cualquiera de los métodos descritos anteriormente. Dado que solo el primer registro  $5^i$  está en posición abierta, el caudal de aire  $Q_T$  medido corresponde al caudal  $Q_i$  en la primera ramificación  $B_i$ , salvo las fugas de las tomas. En la etapa 230, el controlador también desencadena la medición del valor  $\Delta P_{v_i}$ , que corresponde a la presión del ventilador 1 cuando solo está abierto el primer registro de la primera ramificación  $B_i$ . Esta medición se obtiene utilizando el mapeo del ventilador, tal como está almacenado en la memoria asociada al controlador.

A continuación, el controlador ordena el cierre del primer registro  $5^i$ , y la apertura, preferentemente máxima, de un segundo registro  $5^{i+1}$  de una segunda ramificación  $B_{i+1}$ , por ejemplo el registro  $5^2$  y (etapa 240). A continuación, se aplican etapas similares a las etapas 220 a 230 para esta segunda ramificación  $B_{i+1}$ . De este modo, el controlador ordena la puesta en marcha del ventilador 1 a una velocidad dada (cualquiera), lo que permite al sistema suministrar una nueva presión disponible  $P^*$  (etapa 250). Después, en una etapa 260, el controlador desencadena la medición del caudal de aire  $Q_T$  de acuerdo con uno cualquiera de los métodos descritos anteriormente. Dado que solo el segundo registro  $5^{i+1}$  está en posición abierta, el caudal de aire  $Q_T$  medido corresponde al caudal  $Q_{i+1}$  en la primera ramificación  $B_{i+1}$ , salvo las fugas de las tomas. En la etapa 260, el controlador también desencadena la medición del valor  $\Delta P_{v_{i+1}}$ , que corresponde a la presión del ventilador 1 cuando solo está abierto el segundo registro de la segunda ramificación  $B_{i+1}$ .

A continuación, el controlador ordena la apertura simultánea, preferentemente máxima, de los registros de la primera ramificación  $B_i$  y de la segunda ramificación  $B_{i+1}$  (etapa 270), a continuación ordena la puesta en marcha del ventilador 1 a una velocidad dada (cualquiera), y desencadena la medición del caudal de aire  $Q_T$  de acuerdo con uno cualquiera de los métodos descritos anteriormente (etapa 290). Dado que los primer y segundo registros de las ramificaciones  $B_i$  y  $B_{i+1}$  están en posición abierta, el caudal de aire  $Q_T$  medido corresponde a la suma de caudales  $Q_i$  y  $Q_{i+1}$  en la primera y la segunda ramificación, salvo las fugas en tomas. En la etapa 290, el controlador también desencadena la medición del valor  $\Delta P_{v_{i,i+1}}$ , que corresponde a la presión del ventilador 1 cuando solo están abiertos el primer registro y el segundo registro de la primera ramificación  $B_i$ , respectivamente la segunda ramificación  $B_{i+1}$ .

Al final de la etapa 290, la memoria asociada al controlador dispone, por tanto, de tres pares de mediciones, a saber:

- el par  $(Q_i ; \Delta P_{v_i})$  obtenido en la etapa 230;
- el par  $(Q_{i+1} ; \Delta P_{v_{i+1}})$  obtenido en la etapa 260;
- el par  $(Q_T ; \Delta P_{v_{i,i+1}})$  obtenido en la etapa 290;

Estos tres pares de valores son suficientes para permitir que el controlador realice, en una etapa 300, los cálculos de los coeficientes de pérdida de carga  $k_i$ ,  $k_{i+1}$  y  $k_R$ . De hecho, según el modelo representado en la figura 3, cuando solo está abierto el primer registro de la primera ramificación  $B_i$  (etapas 220 y 230), se obtiene la siguiente relación (8): [Ec. 8]

$$\Delta P_{v_i} = (k_R + k_i) * Q_i^2 + \Delta P_i \quad (8)$$

o, en combinación con la relación (2) dada anteriormente, la siguiente relación (9): [Ec. 9]

$$\Delta P_{v_i} = (k_R + K_i) * Q_i^2 \quad (9)$$

donde

$$K_i = k_i + k_{reg_i}$$

Además, cuando solo está abierto el segundo registro de la segunda ramificación  $B_{i+1}$  (etapas 250 y 260), se obtiene la siguiente relación (10)

[Ec. 10]

$$\Delta P_{v_{i+1}} = (k_R + k_{i+1}) * Q_{i+1}^2 + \Delta P_{i+1} \quad (10)$$

es decir, en combinación con la relación (2) dada anteriormente, la siguiente relación (11): [Ec. 11]

$$\Delta P_{V_{j+1}} = (k_R + K_{i+1}) * Q_{i+1}^2 \quad (11)$$

donde

$$K_{i+1} = k_{i+1} + k_{reg_{i+1}}$$

5 Finalmente, cuando el primer registro y el segundo registro de las ramificaciones  $B_i$  y  $B_{i+1}$  están abiertos simultáneamente (etapas 280 y 290), tenemos la siguiente relación (12):  
[Ec. 12]

$$\Delta P_{V_{j+1}} = (k_R + K) * Q_T^2 \quad (12)$$

$$K = \frac{K_i * K_{i+1}}{(\sqrt{K_i} + \sqrt{K_{i+1}})^2}$$

con la variable

15 Con las relaciones (9), (11) y (12) anteriores, el controlador dispone de un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas constituidas por los tres coeficientes de pérdida de carga  $k_i$ ,  $k_{i+1}$  y  $k_R$  buscados y, por lo tanto, puede calcular y almacenar estos coeficientes en la etapa 300.

20 Las etapas 210 a 300 se repiten para otro par de ramificaciones, hasta que se hayan calculado todos los coeficientes de pérdida de carga  $k_i$ . Por ejemplo, como se indica en la figura 5, se puede incrementar  $i$  en el valor 2 si  $N$  es par o en el valor 1 si  $N$  es impar. El proceso finaliza cuando el valor de  $i$  incrementado es mayor que  $N$  en caso de que  $N$  sea par, o igual a  $N$  en caso de que  $N$  sea impar.

25 Como en el caso del método descrito en referencia a la figura 4, cabe señalar que el cálculo del coeficiente de pérdida de carga  $k_R$  de la ramificación de expulsión se realiza en cada iteración de las etapas 210 a 300. En la práctica, los valores de  $k_R$  obtenidos en cada iteración nunca son iguales. Por lo tanto, se debe realizar una elección mediante un método que permita obtener el valor de  $k_R$  más cercano a la realidad, por ejemplo calculando el promedio de los valores de  $k_R$  obtenidos en cada iteración.

30 En resumen, cuando el sistema no dispone de un sensor de presión que le permita medir o estimar el valor  $\Delta P$ , el método de acuerdo con la figura 5 consiste en:

- a) seleccionar un par formado por un primer registro y un segundo registro;
- b) controlar (etapa 210) el primer registro del par seleccionado para que esté en una posición abierta y todos los demás registros para que estén en una posición cerrada;
- 35 c) activar (etapa 220) el ventilador de extracción de aire 1 a una velocidad dada;
- d) determinar (etapa 230) el caudal  $Q_T$  del ventilador de extracción de aire (1) y medir la presión  $\Delta P_{V_{j+1}}$  del ventilador de extracción de aire 1;
- e) controlar (etapa 240) el primer registro del par seleccionado para que esté en una posición cerrada, y el segundo registro del par seleccionado para que esté en una posición abierta;
- 40 f) repetir las etapas c) y d) anteriores para determinar (260) el caudal  $Q_T$  del ventilador de extracción de aire 1 y medir la presión  $\Delta P_{V_{j+1}}$  del ventilador de extracción de aire 1;
- g) controlar (etapa 270) el primer registro y el segundo registro del par seleccionado para que estén simultáneamente en una posición abierta;
- 45 h) repetir las etapas c) y d) anteriores para determinar (290) el caudal  $Q_T$  del ventilador de extracción de aire 1 y medir la presión  $\Delta P_{V_{j+1}}$  del ventilador de extracción de aire 1;
- i) deducir (etapa 300) los valores de los coeficientes  $k_i$ ,  $k_{i+1}$  asociados a los dos registros del par seleccionado, y el coeficiente  $k_R$ .

50 Las etapas a) a i) anteriores se repiten para otro par de registros que comprenden al menos un registro diferente de los que constituyen el par de la iteración anterior, hasta que se haya obtenido el coeficiente asociado a cada conducto de la instalación.

55 Los métodos de autocalibración conformes a la invención se han descrito de manera no limitativa en el caso de una instalación de ventilación con extracción de aire. Sin embargo, los principios de la invención se pueden aplicar en el caso de que la instalación de ventilación sea de insuflación de aire. En este caso, basta con sustituir el ventilador de extracción de aire 1 por un ventilador de insuflación de aire. Los  $N$  conductos de extracción de aire  $4_1$ ,  $4_2$ ,  $4_3$  se convierten en conductos de insuflación de aire, y el conducto de expulsión 8 se convierte en un conducto de entrada de aire equipado, preferentemente, con un filtro de aire. En este caso, la pérdida de carga de este filtro debe tenerse en cuenta en el cálculo del coeficiente  $k_R$ . Además, los métodos se han descrito en el marco de la instalación esquematizada en la figura 2, para la cual los reguladores de caudal con apertura de paso regulable son registros

$5_1''$ ,  $5_2''$ ,  $5_3''$  instalados en las tomas de la caja central 2. De forma alternativa, los reguladores de caudal pueden ser las bocas regulables  $5_1$ ,  $5_2$ ,  $5_3$  esquematizadas en la instalación de la figura 1.

5 En cualquier caso, es posible iniciar un procedimiento de autocalibración en cualquier momento, ya sea en la primera instalación de la caja central 2 y de las bocas asociadas, o después de esta primera instalación (por ejemplo, durante una operación de mantenimiento o después de un incidente), y conocer así con precisión los coeficientes de pérdida de carga del entorno en el que funciona el sistema de ventilación. Gracias a la invención, se pueden reevaluar principalmente, con regularidad, los coeficientes  $k_i$  y estimar de este modo el estado de suciedad de los conductos.

10 En el caso de una instalación de insuflación de aire, una reevaluación regular del coeficiente  $k_R$  permite evaluar también el estado de suciedad del filtro del conducto de entrada de aire y proceder a su cambio si es necesario.

**REIVINDICACIONES**

1. Método de autocalibración de una instalación de ventilación mecánica controlada, VMC, comprendiendo dicha instalación:

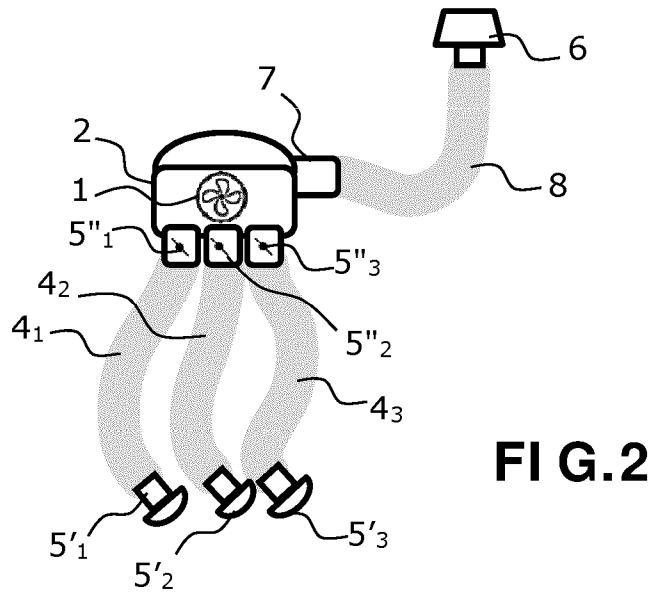
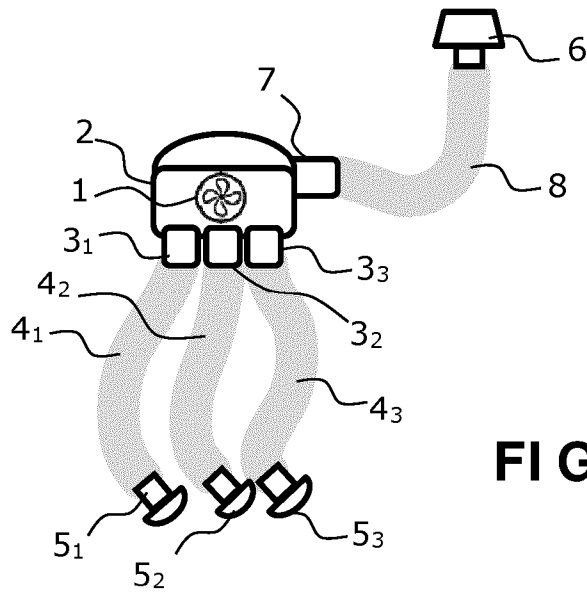
- 5
- una caja central (2) que comprende un ventilador (1) de extracción o de insuflación de aire;
  - N conductos de extracción o de insuflación de aire (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>), estando un primer extremo de cada conducto de extracción o de insuflación de aire (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>) conectado a una toma de entrada o de salida de aire (3<sub>1</sub>, 3<sub>2</sub>, 3<sub>3</sub>) de dicha caja central (2);
  - 10 - al menos un conducto de expulsión o de entrada de aire (8), y
  - un regulador de caudal (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>; 5<sub>1</sub>" , 5<sub>2</sub>" , 5<sub>3</sub>" ) con apertura de paso regulable para cada conducto de extracción o de insuflación de aire (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>), estando caracterizado dicho método de autocalibración por que consiste en determinar y almacenar *in situ* un coeficiente de pérdida de carga asociado a cada conducto de extracción o de insuflación de aire (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>) y un coeficiente k<sub>R</sub> asociado a dicho al menos un conducto de expulsión o de entrada de aire (8),
  - 15 donde la determinación *in situ* de un coeficiente de pérdida de carga asociado a cada conducto de extracción o de insuflación de aire y de un coeficiente de pérdida de carga k<sub>R</sub> asociado a dicho al menos un conducto de expulsión o de entrada de aire (8) comprende las siguientes etapas:
  - 20 a) seleccionar un par formado por un primer regulador de caudal y un segundo regulador de caudal de la instalación de ventilación;
  - b) controlar (210) el primer regulador de caudal del par seleccionado para que esté en una posición abierta y todos los demás reguladores de caudal para que estén en una posición cerrada;
  - 25 c) activar (220) el ventilador (1) de extracción o de insuflación de aire a una velocidad dada;
  - d) determinar (230) el caudal Q<sub>T</sub> del ventilador (1) de extracción o de insuflación de aire y medir la presión ΔP<sub>v-i</sub> del ventilador (1) de extracción o de insuflación de aire;
  - e) controlar (240) el primer regulador de caudal del par seleccionado para que esté en una posición cerrada, y el segundo regulador de caudal del par seleccionado para que esté en una posición abierta;
  - 30 f) repetir las etapas c) y d) anteriores para determinar (260) el caudal Q<sub>T</sub> del ventilador (1) de extracción o de insuflación de aire y medir la presión ΔP<sub>v-i+1</sub> del ventilador (1) de extracción o de insuflación de aire;
  - g) controlar (270) el primer regulador de caudal y el segundo regulador de caudal del par seleccionado para que estén simultáneamente en una posición abierta;
  - 35 h) repetir las etapas c) y d) anteriores para determinar (290) el caudal Q<sub>T</sub> del ventilador (1) de extracción o de insuflación de aire y medir la presión ΔP<sub>v-i+1</sub> del ventilador (1) de extracción o de insuflación de aire;
  - i) deducir (300) los valores de los coeficientes k<sub>i</sub>, k<sub>i+1</sub> asociados a los conductos de los dos reguladores de caudal del par seleccionado, y el coeficiente k<sub>R</sub> asociado a dicho al menos un conducto de expulsión o de entrada de aire (8);
  - 40 repitiéndose las etapas a) a i) con otro par que comprenda al menos un regulador de caudal diferente de los que constituyen el par de la iteración previa, hasta obtener el coeficiente de cada regulador de caudal de la instalación.

2. Instalación de ventilación, que comprende:

- 45
- una caja central (2) que comprende un ventilador (1) de extracción o de insuflación de aire;
  - N conductos de extracción o de insuflación de aire (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>), estando un primer extremo de cada conducto de extracción o de insuflación de aire (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>) conectado a una toma de entrada o de salida de aire (3<sub>1</sub>, 3<sub>2</sub>, 3<sub>3</sub>) de dicha caja central (2);
  - 50 - al menos un conducto de expulsión o de entrada de aire (8), y
  - un regulador de caudal (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>; 5<sub>1</sub>" , 5<sub>2</sub>" , 5<sub>3</sub>" ) con apertura de paso regulable para cada conducto de extracción o de insuflación de aire (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>), estando caracterizada dicha instalación por que la caja central (2) comprende medios de autocalibración capaces de determinar y almacenar *in situ* un coeficiente de pérdida de carga asociado a cada conducto de extracción o de insuflación de aire (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>) mediante la implementación de las etapas del método de acuerdo con la reivindicación 1.
  - 55

3. Instalación de ventilación de acuerdo con la reivindicación 2, en donde cada regulador de caudal (5<sub>1</sub>, 5<sub>2</sub>, 5<sub>3</sub>) es una boca de extracción o de insuflación de aire dispuesta en un segundo extremo del conducto de extracción o de insuflación de aire (4<sub>1</sub>, 4<sub>2</sub>, 4<sub>3</sub>) correspondiente.

60 4. Instalación de ventilación de acuerdo con la reivindicación 2, en donde cada regulador de caudal (5<sub>1</sub>" , 5<sub>2</sub>" , 5<sub>3</sub>" ) es un registro dispuesto dentro de la toma de entrada o de salida de aire (3<sub>1</sub>, 3<sub>2</sub>, 3<sub>3</sub>) correspondiente de dicha caja central (2).



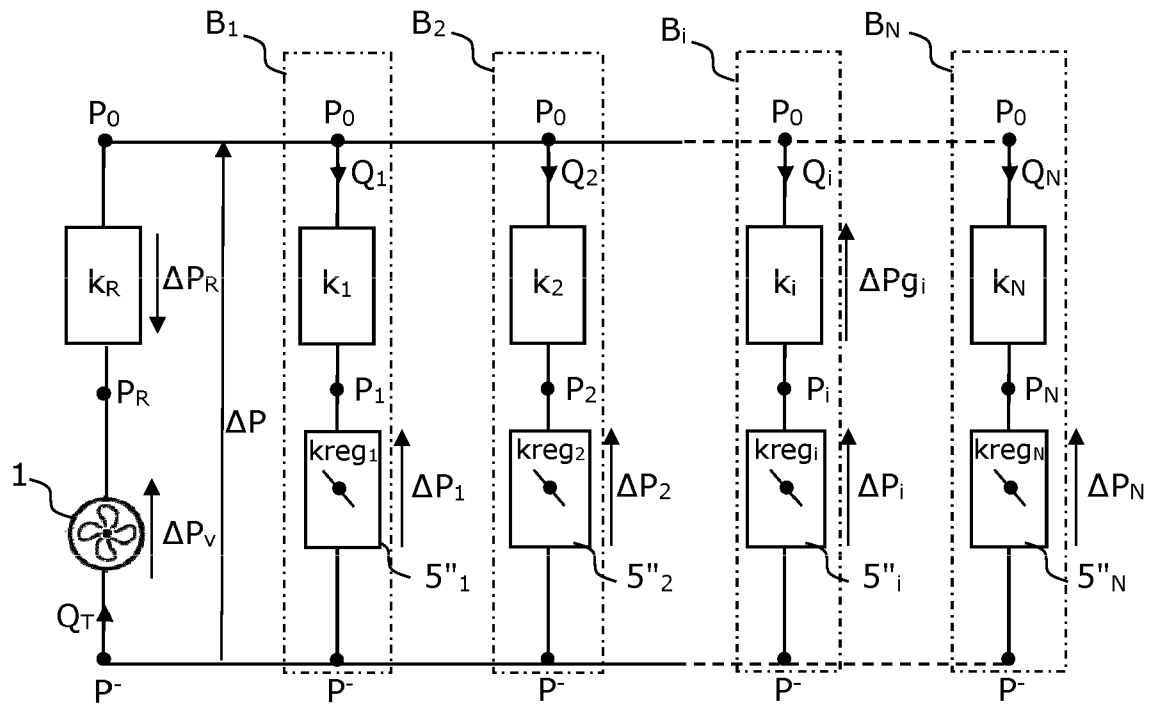
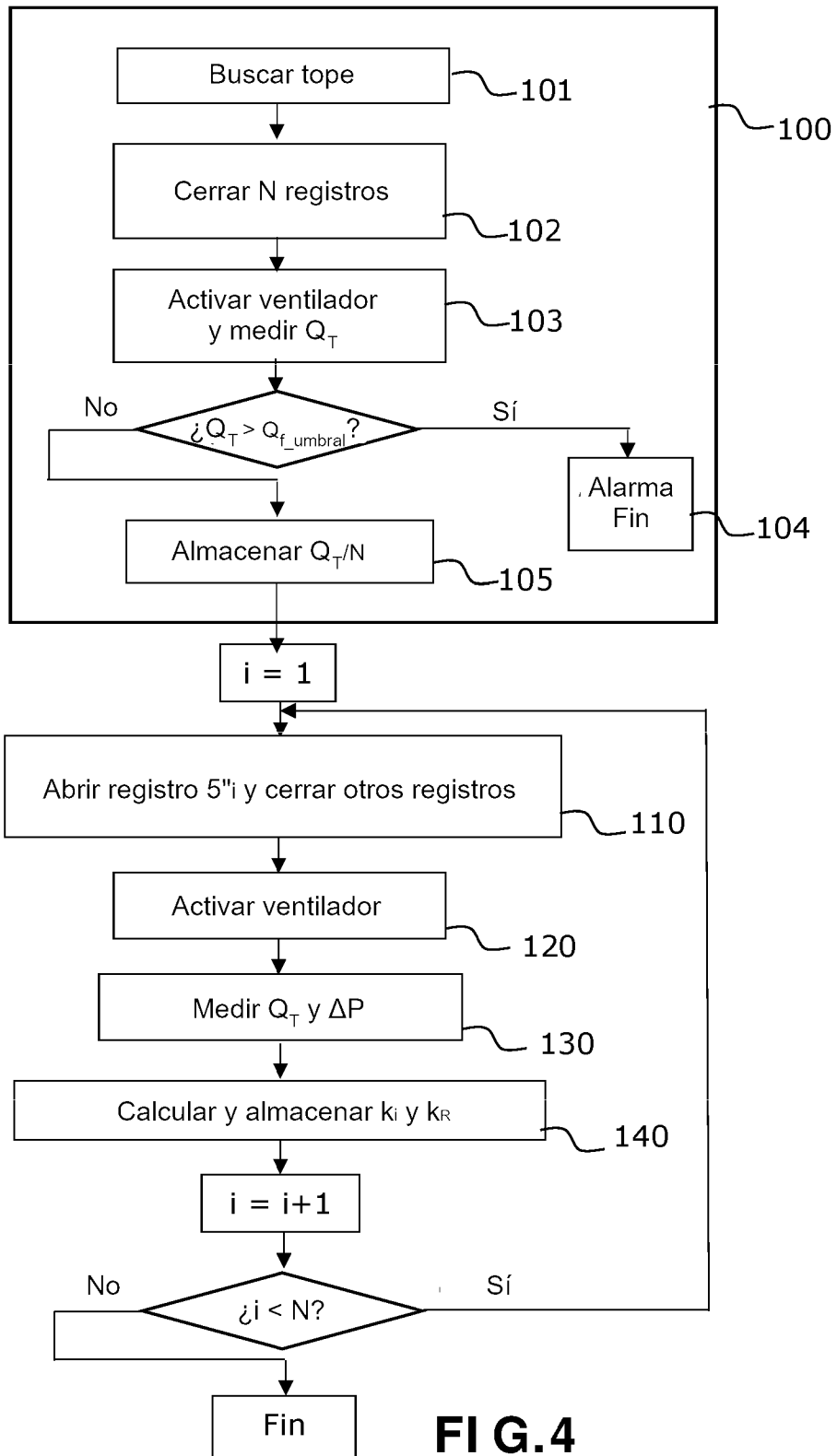
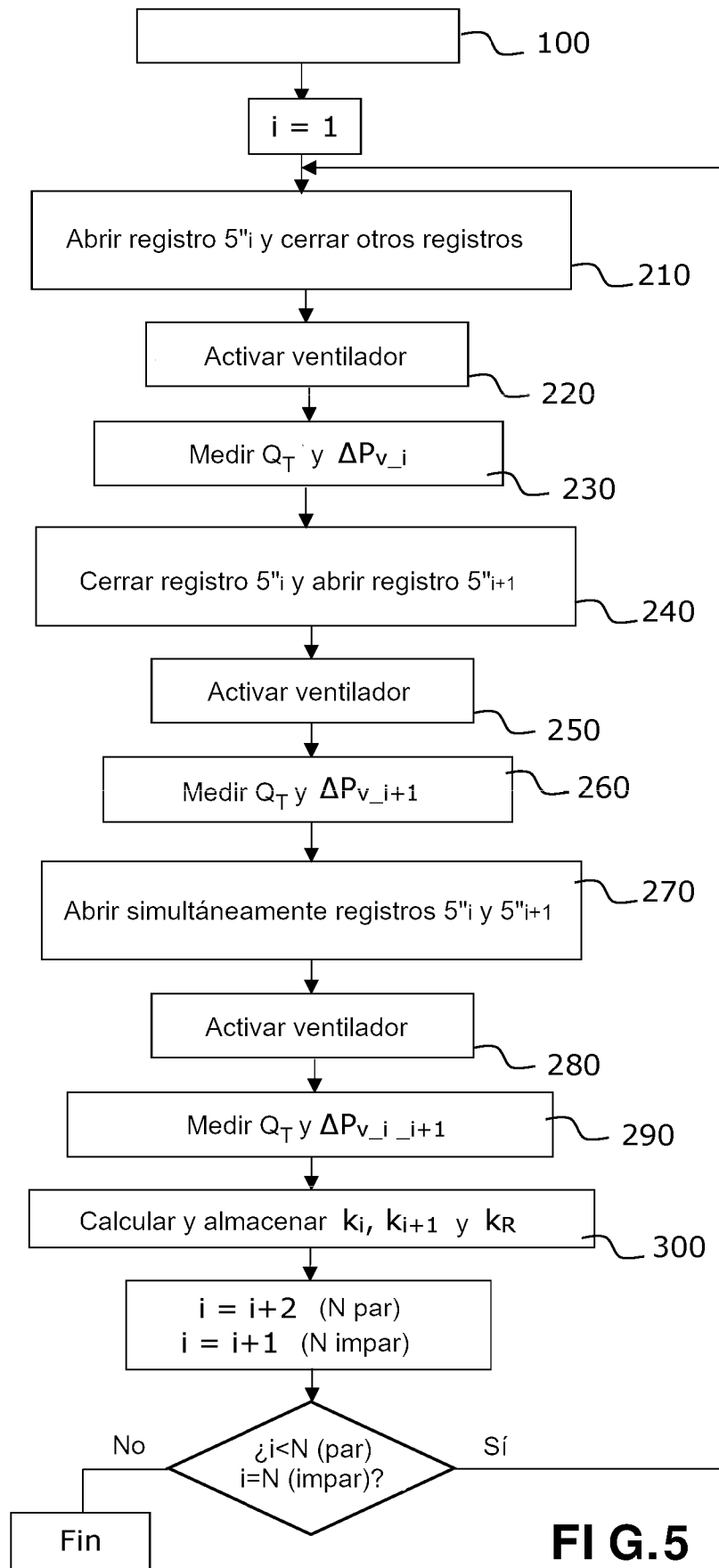


FIG.3





**FIG.5**