

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 834 447**

51 Int. Cl.:

**F24F 11/74** (2008.01)

**B60H 1/00** (2006.01)

**F24F 140/12** (2008.01)

**B60H 1/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2018 E 18210916 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020 EP 3499143**

54 Título: **Sistema de acondicionamiento de aire con gestión de presión de refrigerante**

30 Prioridad:

**13.12.2017 IT 201700143510**

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

**17.06.2021**

73 Titular/es:

**DENSO THERMAL SYSTEMS S.P.A. (100.0%)  
Frazione Masio 24  
10046 Poirino (Torino), IT**

72 Inventor/es:

**CAGLIERO, STEFANO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 834 447 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**

Sistema de acondicionamiento de aire con gestión de presión de refrigerante

- 5 La presente invención se refiere en general a los métodos utilizados en los sistemas de aire acondicionado de vehículos para gestionar las variaciones de presión del refrigerante necesarias para el intercambio de calor con el aire utilizado para el aire acondicionado de vehículos.
- 10 En el mercado de los sistemas de climatización para autobuses, la denominada temperatura de interrupción es uno de los parámetros a los que el cliente final presta especial atención. Este valor indica la temperatura ambiente máxima a la que el autobús puede funcionar sin exceder la presión máxima permitida del sistema de aire acondicionado. Cuando la presión del refrigerante alcanza y supera este valor máximo (típicamente de entre 23 y 36 bar), el sistema de control apaga el compresor del circuito de refrigerante para evitar daños.
- 15 Se puede considerar, por ejemplo, un autobús estacionado al sol durante el período estival. Cuando se pone en marcha el autobús y el conductor quiere enfriar el compartimento de pasajeros y que éstos disfruten de una temperatura más cómoda, si la presión del refrigerante alcanza un valor superior al valor máximo, el compresor se apaga y ya no es posible enfriar más el autobús. Cuanto mayor sea el valor de interrupción, menos probable es que se produzca este fenómeno. Claramente, un sistema con un valor de interrupción más alto es más caro, ya que tiene
- 20 que rendir en condiciones más severas. La temperatura de interrupción se determina mediante una prueba en la que el sistema se hace funcionar bajo condiciones de prueba precisas y la temperatura ambiente es aumentada hasta el momento en el que se produce la interrupción.
- 25 El documento de patente WO-2017/073688-A describe un sistema de aire acondicionado ejemplar de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.
- Uno de los objetos de la presente invención es poner a disposición un sistema capaz de controlar el aumento de presión del circuito de refrigerante, y retardar, de este modo, la activación de la interrupción del compresor tanto como sea posible. En consecuencia, otro objeto de la invención es poner a disposición un sistema que, con las
- 30 mismas características que un sistema convencional, permita obtener una mayor temperatura de interrupción.
- Para tales objetivos, la invención se refiere a un sistema de aire acondicionado para un vehículo de acuerdo con la reivindicación 1.
- 35 También es objeto de la invención un método para ajustar la presión del refrigerante en un sistema de aire acondicionado de un vehículo de acuerdo con la reivindicación 3.
- De acuerdo con la invención, el rendimiento de refrigeración se reduce de este modo para mantener el valor de presión del refrigerante por debajo del valor máximo permitido. De esta forma, el sistema de aire acondicionado
- 40 puede también funcionar en condiciones críticas. La velocidad de enfriamiento de la cabina es menor que la velocidad máxima, pero el sistema puede funcionar. Cuando la temperatura interna disminuye, la presión tiende también a disminuir y se puede restaurar el rendimiento de enfriamiento. Esto permite principalmente que el sistema se inicie incluso en condiciones críticas.
- 45 De acuerdo con una forma de realización de la invención, una señal de control prevista para el ajuste de la velocidad de rotación del ventilador sigue una curva de ajuste con histéresis. El sistema compara el valor medio de una señal representativa de la presión medida del fluido de ajuste, calculada en un intervalo de tiempo dado, con el valor medio de la señal calculada en un intervalo de tiempo previo y, en base a esta comparación, establece un valor de la
- 50 señal de control de acuerdo con una rama u otra de la curva de ajuste. Tal disposición permite evitar las fluctuaciones de presión en el circuito de refrigerante.
- Aunque la invención se concibió con especial referencia a los autobuses, se puede también aplicar a otros vehículos, tales como trenes, metros, etc.
- 55 Las características y ventajas adicionales del sistema de acuerdo con la invención se harán más evidentes en la siguiente descripción detallada de una realización de la invención, hecha con referencia a los dibujos que se acompañan, proporcionados puramente para ser ilustrativos y no limitantes, en los que:
- 60 - la figura 1 es un diagrama que representa un sistema de aire acondicionado de acuerdo con la invención;
- la figura 2 es un diagrama de bloques que representa una unidad de control del sistema de la figura 1;
- la figura 3 es un gráfico que representa una curva de ajuste del sistema de acuerdo con la invención;
- 65 - la figura 4 es un gráfico de tiempo que ilustra un procedimiento para controlar la velocidad de rotación del ventilador;

- Las figuras 5a y 5b son gráficos que representan la variación en el tiempo de algunas cantidades de estado, en, respectivamente, un sistema sin control de acuerdo con la invención y un sistema provisto de tal control.

5 Con referencia a la figura 1, el sistema de aire acondicionado para un vehículo comprende un conducto 10 para suministrar aire tratado al compartimiento de pasajeros del vehículo, mostrado esquemáticamente en la figura. A lo largo del conducto 10 está dispuesto un ventilador 11, configurado para generar en el conducto 10 un flujo de aire F que se va a alimentar al compartimiento del vehículo. El ventilador 11 (o más precisamente su impulsor) es accionado en rotación por un motor eléctrico 12.

10 A lo largo del conducto 10 se dispone adicionalmente un evaporador 13 configurado para un intercambio de calor entre un refrigerante y el flujo de aire F que pasa a través del evaporador 13. El evaporador 13 es parte de un circuito de refrigerante convencional per se (parcialmente ilustrado), que comprende típicamente un compresor C1, un condensador C2 y una válvula de expansión. En la figura 1 se muestra una entrada en I a través de la cual el refrigerante proveniente del circuito de refrigerante se alimenta al evaporador 13, mientras que en O se representa una salida a través de la cual el refrigerante que regresa al circuito de fluido sale del evaporador 13.

15 El sistema comprende adicionalmente al menos un sensor 15 de presión configurado para medir la presión del refrigerante en el circuito relevante. En particular, tal sensor 15 está posicionado en la salida del compresor C1, es decir, en el punto de presión más alto del circuito de refrigerante.

20 El sistema comprende adicionalmente una unidad 20 de control configurada para ajustar la velocidad de rotación del ventilador 11, controlando el motor 12.

25 Con referencia también a la figura 2, se representa una unidad 20 de control encargada de controlar varios grupos distintos enumerados del 1 al K, comprendiendo cada grupo un evaporador con un ventilador unido al mismo. La unidad 20 de control está configurada para recibir una señal de PWMIn de control como entrada, que indica una solicitud de velocidad de rotación del ventilador, que puede derivar de un ajuste manual realizado por el conductor o de un cálculo realizado por la misma unidad 20 de control en base un algoritmo de control del sistema de aire acondicionado. Por ejemplo, la señal de PWMIn de control puede tener un valor entre 0 y 100%, donde 0 representa el ventilador parado y 100% representa el ventilador funcionando a la velocidad máxima permitida.

30 La unidad 20 de control está configurada adicionalmente para recibir como señales p1, ..., pK de medición de entrada proporcionadas por los sensores de presión asociados respectivamente con cada uno de los circuitos K de refrigerante del sistema.

35 Con referencia también a la figura 3, la unidad 20 de control está configurada para disminuir automáticamente la velocidad de rotación del ventilador 11 (o, en el caso de más de un grupo, la velocidad de rotación de al menos uno de los ventiladores asociados respectivamente a los evaporadores K) cuando la presión p medida por el refrigerante (o, en el caso de más de un grupo, las presiones p1 ... pK medidas por los sensores asociados respectivamente a los circuitos K de refrigerante) se eleva por encima de un umbral de presión. En el ejemplo mostrado, este umbral se establece en 2,19 MPa.

40 La disminución de la velocidad de rotación del ventilador genera un menor flujo de aire en el evaporador, lo que permite mantener la presión del circuito de refrigerante por debajo de un valor máximo predeterminado, dependiendo de las características de la curva de ajuste del sistema. Por ejemplo, en el ejemplo que se muestra en la figura 3, el valor máximo de presión preestablecido es de 2,25 MPa, mientras que la velocidad de rotación del ventilador puede reducirse como máximo a un 45% en comparación con la PWMIn de velocidad de entrada requerida.

45 Específicamente, la unidad de control está configurada para generar una señal de PWMOut de control (o, en el caso de más de un grupo, señales de control PWMOuti ... PWMOutN), que se transmite al motor 12, de una manera conocida por sí misma, para ajustar la velocidad de rotación del ventilador 11. La señal de PWMOut de control tiene una característica (por ejemplo, la duración del impulso) proporcional a la velocidad de rotación del ventilador 11. Tal característica de la señal de PWMOut de control sigue una curva de ajuste predeterminada, en particular una curva con histéresis, en función de la presión p medida por el sensor 15 de presión, o una cantidad (por ejemplo, de voltaje) de la señal eléctrica proporcionada por el sensor 15, proporcional a la presión p.

50 En el gráfico de la figura 3, la curva de ajuste se expresa por la relación entre la señal de PWMOut de control, emitida desde la unidad 20 de control, y la señal de PWMIn de control, recibida como entrada por la unidad 20 de control e indicativa de la solicitud de velocidad de rotación.

55 La curva de ajuste comprende una primera curva, indicada en I, y una segunda curva II, en la que, a la misma presión (o voltaje), la característica PWMOut/PWMIn de la señal de control de la primera curva I tiene un valor mayor que la característica PWMOut/PWMIn de la señal de control de la segunda curva II. En el ejemplo mostrado, cada curva I y II comprende una sección con un valor constante de la característica PWMOut/PWMIn, y una sección en la que tal característica varía linealmente. El ciclo de histéresis se encuentra entre dos puntos finales, en los que las

curvas I y II se unen entre sí. En el ejemplo mostrado, el primer punto final tiene una abscisa igual a 2,19 MPa y una ordenada igual a 1 (es decir, sin reducción de velocidad con respecto a la señal de PWM<sub>in</sub> de control entrante), y el segundo punto final tiene una abscisa de 2,44 MPa y una ordenada de 0,55 (es decir, el 45% de reducción de velocidad con respecto a la señal de PWM<sub>in</sub> de control entrante). Obviamente, los valores indicados anteriormente están sujetos a calibración en función de la aplicación específica para la que está destinado el sistema de acuerdo con la invención.

Con referencia también a la figura 4, la unidad 20 de control está configurada para

10 calcular el valor medio de una señal representativa de la presión medida del refrigerante en el respectivo intervalo de tiempo,

comparar el valor medio de la señal calculado para un intervalo de tiempo dado con el valor medio de la señal calculado para un intervalo de tiempo anterior, y

15 si el valor medio de la señal calculado para el intervalo de tiempo dado es mayor que el valor medio de la señal calculado para el intervalo de tiempo anterior, generar una señal de control de acuerdo con la primera curva, y

20 si el valor medio de la señal calculado para el intervalo de tiempo dado es menor que el valor medio de la señal calculado para el intervalo de tiempo anterior, generar una señal de control de acuerdo con la segunda curva.

En el ejemplo mostrado en la figura 4, el valor medio de la señal representativa de la presión corresponde al valor medio del voltaje de la señal suministrada por el sensor 15 de presión, y se indica en  $V_s$ . Los subíndices  $n$  y  $n-1$  utilizados en la figura 4 indican que el valor medio  $V_{s_n}$  se calcula en un intervalo de tiempo antes del  $n-1$ -ésimo instante, mientras que el valor medio  $V_{s_{n-1}}$  se calcula en un intervalo anterior al  $n-1$ -ésimo instante, que es el instante 0 del gráfico de la figura 4. De manera similar, la señal de PWM<sub>out</sub> de control emitida por la unidad 20 de control para ajustar la velocidad está marcada por el subíndice  $n$  cuando se emite en el  $n$ -ésimo instante, y por el subíndice  $n-1$  cuando se emite en el  $n-1$ -ésimo instante (el instante 0).

30 El sistema aplica de este modo una PWM<sub>out</sub> de señal de control constante durante todo el intervalo de tiempo entre el  $n-1$ -ésimo instante y el  $n$ -ésimo instante, que en el ejemplo mostrado es de 5 s. Los valores de voltaje medidos en una fracción de este intervalo de tiempo que finaliza en el  $n$ -ésimo instante (en el ejemplo mostrado, el subintervalo entre 3 s y 5 s) se suministran a la unidad 20 de control para que calcule el valor medio  $V_{s_n}$ .

35 La unidad 20 de control compara de este modo tal valor medio  $V_{s_{n-1}}$  con el valor medio calculado anteriormente con respecto al intervalo de tiempo de igual longitud anterior al instante  $n-1$  (el instante 0 de la figura 4). Sobre la base de dicha comparación, la unidad 20 de control determina entonces si el valor PWM<sub>out<sub>n</sub></sub> a suministrar en el  $n$ -ésimo instante debe tomarse de la curva I (si  $V_{s_n} > V_{s_{n-1}}$ ) o de la curva II (si  $V_{s_n} < V_{s_{n-1}}$ ).

40 Las disposiciones descritas anteriormente impiden fluctuaciones en la presión del refrigerante del circuito.

Las figuras 5a y 5b son gráficos que representan la variación en el tiempo de algunas cantidades de estado en una prueba de interrupción, para, respectivamente, un sistema sin control de presión de acuerdo con la invención y un sistema provisto de tal control. El eje de abscisas representa el tiempo, en unidades arbitrarias, mientras que el de ordenadas muestra la temperatura y la presión.

45 De la comparación entre las dos gráficas se puede observar que ambos sistemas alcanzan la presión correspondiente al punto de interrupción del compresor, ligeramente superior a 2,50 MPa, pero con una temperatura igual a unos 55 ° C en el sistema con control de presión, más alta que la temperatura de aproximadamente 52 ° C en el sistema sin tal control.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de aire acondicionado para un vehículo, que comprende un evaporador (13) configurado para el intercambio de calor entre un refrigerante y el aire,
- 5 un ventilador (11) configurado para generar un flujo (F) de aire que fluye a través del evaporador (13), y destinado a ser alimentado a un compartimento de pasajeros del vehículo,
- 10 al menos un sensor (15) de presión configurado para medir la presión del refrigerante, y
- medios (20) de control para ajustar la velocidad de rotación del ventilador (11), en el que dichos medios (20) de control están configurados para disminuir automáticamente la velocidad de rotación del ventilador (11) cuando la presión medida del refrigerante se eleva por encima de un umbral de presión, de tal manera que se reduzca el flujo de aire en el evaporador (13), y se deduzca, por tanto, la presión del refrigerante, en el que dichos medios (20) de control están configurados adicionalmente para generar una señal (PWMout) de control para ajustar la velocidad de rotación del ventilador (11), teniendo dicha señal de control una característica proporcional a la velocidad de rotación del ventilador (11), y en el que dicha característica de la señal de control sigue una curva de ajuste predeterminada en función de la presión medida del refrigerante,
- 15 el sistema de aire acondicionado caracterizado porque dicha curva de ajuste comprende una primera curva (I) y una segunda curva (II) en las que, para la misma presión, la característica de la señal de control de la primera curva (I) tiene un valor mayor que la característica de la señal de control de la segunda curva (II), y en el que dichos medios de control están configurados para
- 20 calcular el valor medio ( $VS_n$ ) de una señal representativa de la presión medida del refrigerante en el respectivo intervalo de tiempo,
- comparar el valor medio ( $VS_n$ ) de la señal calculado para un intervalo de tiempo dado con el valor medio ( $VS_{n-1}$ ) de la señal calculado para un intervalo de tiempo anterior, y
- 30 si el valor medio de la señal ( $VS_n$ ) calculado para el intervalo de tiempo dado es mayor que el valor medio de la señal ( $VS_{n-1}$ ) calculado para el intervalo de tiempo anterior, generar una señal de control de acuerdo con la primera curva (I), y
- 35 si el valor medio de la señal ( $VS_n$ ) calculado para el intervalo de tiempo dado es menor que el valor medio de la señal ( $VS_{n-1}$ ) calculado para el intervalo de tiempo anterior, generar una señal de control de acuerdo con la segunda curva (II).
2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sensor (15) de presión está posicionado a la salida de un compresor (C1) de un circuito del refrigerante.
3. Un método para ajustar la presión del refrigerante de un sistema de aire acondicionado de un vehículo, que comprende
- 45 medir la presión del refrigerante, y
- ajustar la velocidad de rotación de un ventilador (11) generando un flujo de aire (F) que fluye a través del evaporador (13) de un circuito del refrigerante,
- 50 en el que ajustar la velocidad de rotación del ventilador (11) comprende
- disminuir automáticamente la velocidad de rotación del ventilador (11) cuando la presión medida del refrigerante se eleve por encima de un umbral de presión, de tal manera que se reduzca el flujo de aire en el evaporador (13), y, por tanto, se reduzca la presión del refrigerante, en el que ajustar la velocidad de rotación del ventilador (11) comprende
- 55 adicionalmente
- generar una señal (PWMout) de control para ajustar la velocidad de rotación del ventilador (11), teniendo dicha señal de control una característica proporcional a la velocidad de rotación del ventilador (11), y en el que dicha característica de la señal de control sigue una curva de ajuste predeterminada en función de la presión medida del refrigerante,
- 60 el método caracterizado porque dicha curva de ajuste comprende una primera curva (I) y una segunda curva (II) en las que, para la misma presión, la característica de la señal de control de la primera curva (I) tiene un valor mayor que la característica de la señal de control de la segunda curva (II), y en el que ajustar la velocidad de rotación del ventilador (11) comprende
- 65

calcular el valor medio ( $VS_n$ ) de una señal representativa de la presión medida del refrigerante en el respectivo intervalo de tiempo,

5 comparar el valor medio ( $VS_n$ ) de la señal calculada para un intervalo de tiempo dado con el valor medio de la señal ( $VS_{n-1}$ ) calculado para un intervalo de tiempo anterior, y

si el valor medio de la señal ( $VS_n$ ) calculado para el intervalo de tiempo dado es mayor que el valor medio de la señal ( $VS_{n-1}$ ) calculado para el intervalo de tiempo anterior, generar una señal de control de acuerdo con la primera curva (I), y

10 si el valor medio de la señal ( $VS_n$ ) calculado para el intervalo de tiempo dado es menor que el valor medio de la señal ( $VS_{n-1}$ ) calculado para el intervalo de tiempo anterior, generar una señal de control de acuerdo con la segunda curva (II).

15 4. Un programa informático que comprende instrucciones para hacer que el sistema de la reivindicación 1 ejecute los pasos del método de la reivindicación 3.

5. Un medio informático legible que tiene almacenado en él el programa informático de la reivindicación 4.

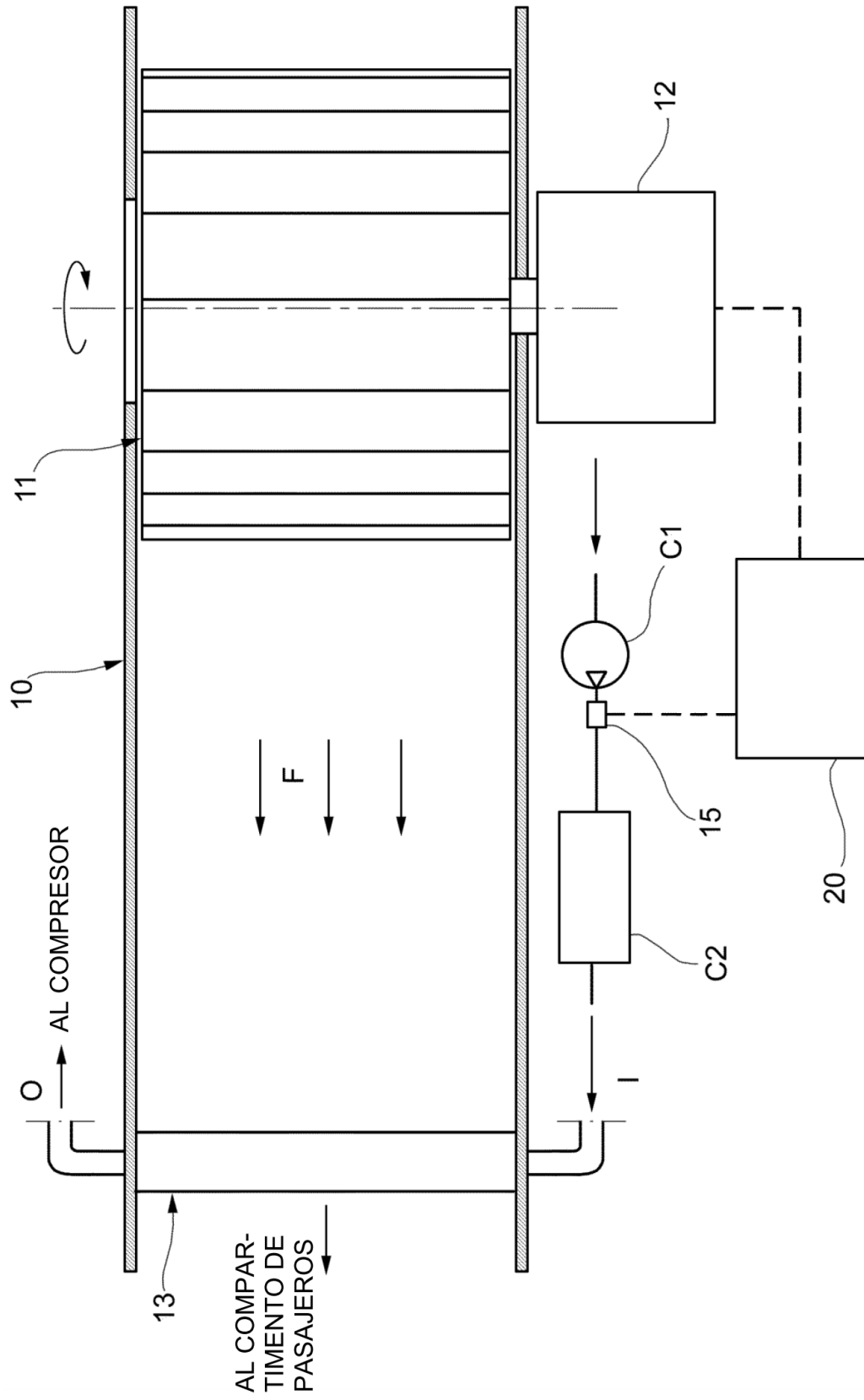


FIG.1

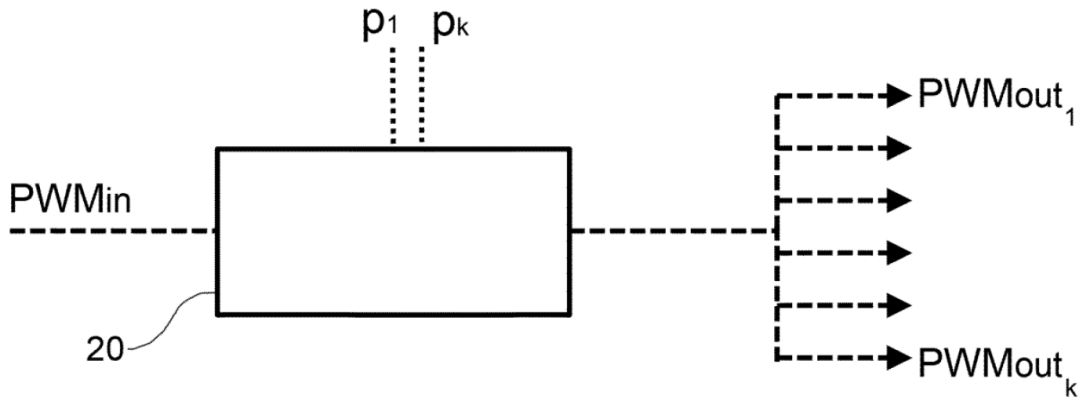


FIG.2

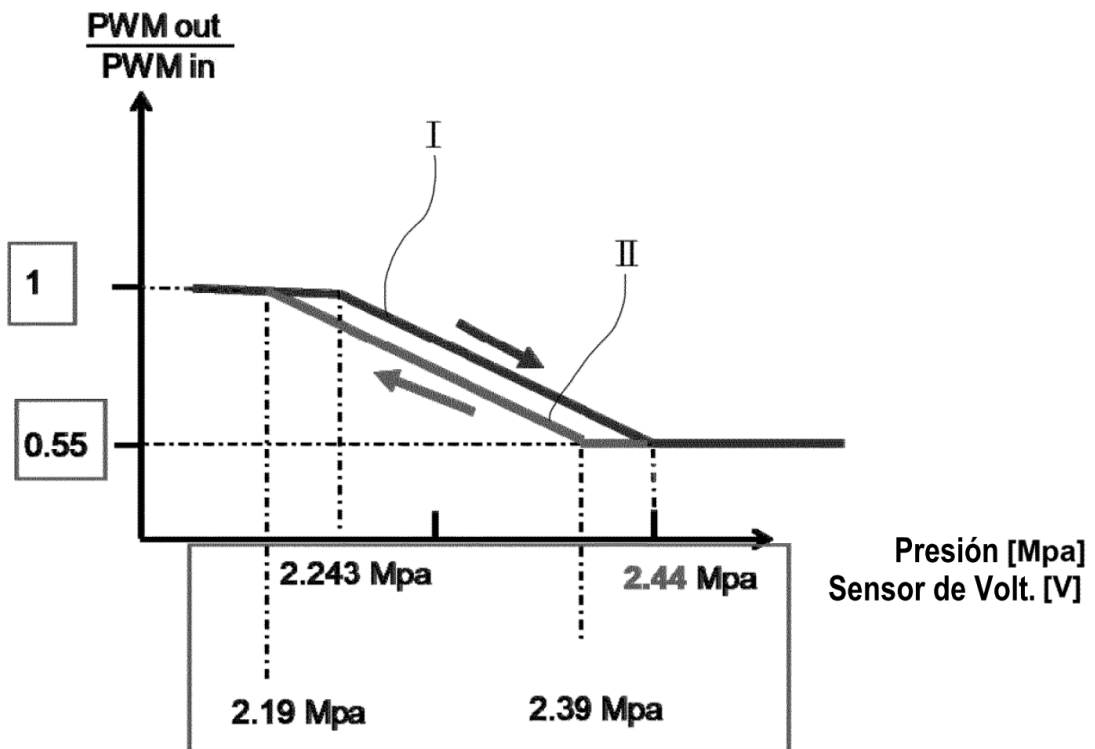


FIG.3



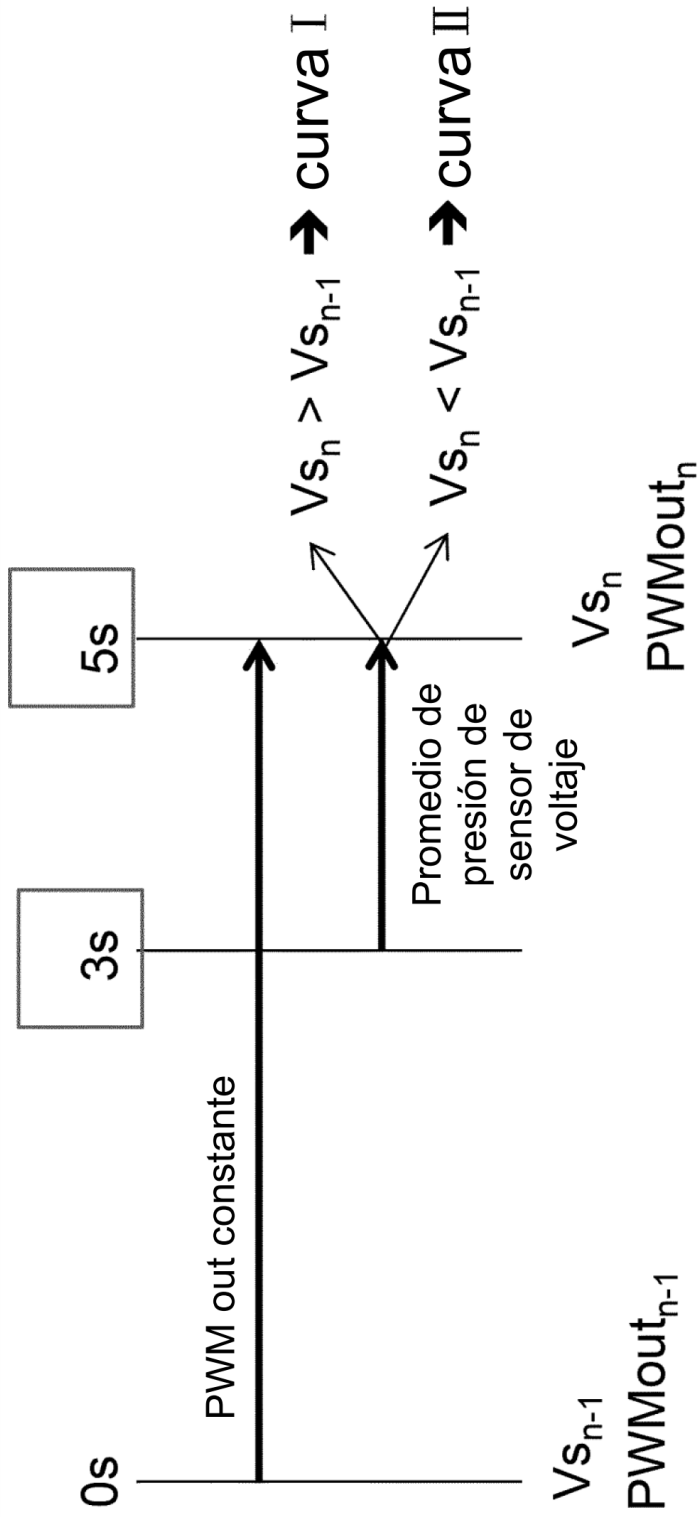


FIG.4

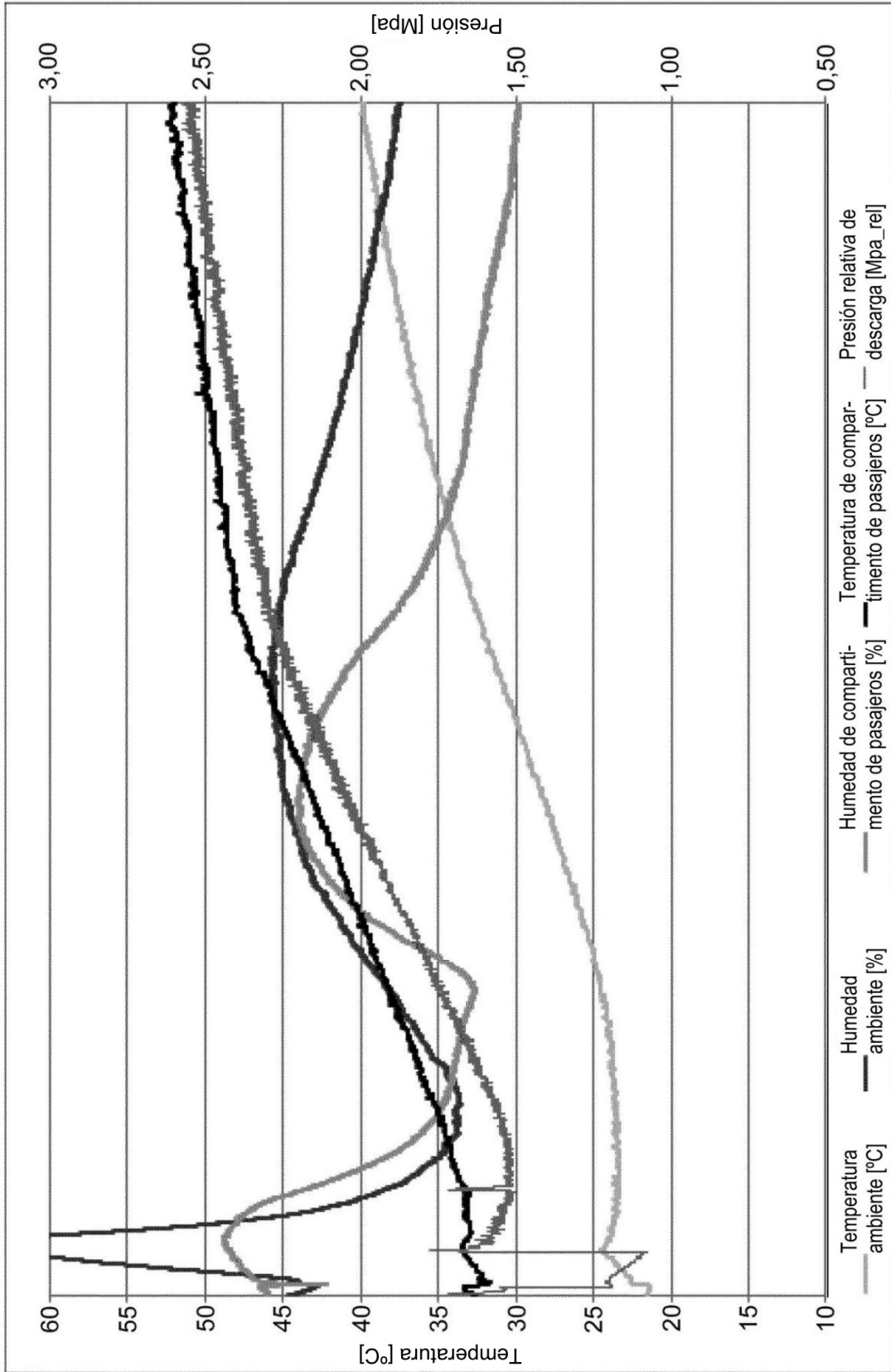


FIG.5a

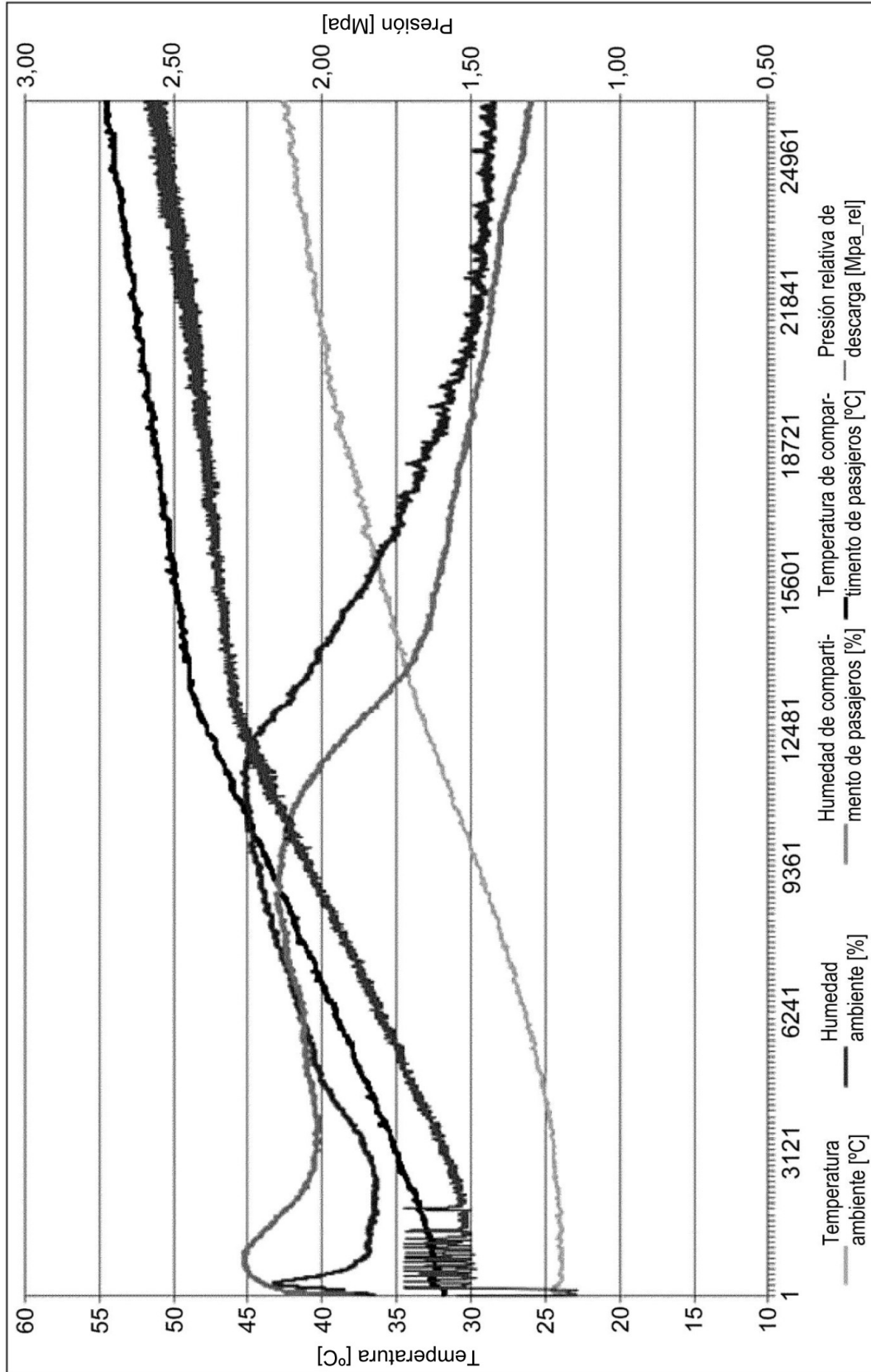


FIG.5b