

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 999 348**

51 Int. Cl.:

F25B 1/00 (2006.01)

F25B 49/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.05.2020** **E 20172966 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2024** **EP 3748255**

54 Título: **Gestión de ventilador de compresor**

30 Prioridad:

03.06.2019 DE 102019114739

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
25.02.2025

73 Titular/es:

VAILLANT GMBH (100.00%)
Berghauser Strasse 40
42859 Remscheid, DE

72 Inventor/es:

CEYLAN, ÖZGÜR;
VEISER, ANDREAS;
WAHL, TIM y
JAHR, NORBERT

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 999 348 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

Gestión de ventilador de compresor

La invención se refiere a una regulación y control de bombas de calor, que extraen calor del aire ambiente o lo entregan a éste y que se instalan en el exterior de edificios. El término bomba de calor se utiliza en este sentido ampliamente para aparatos, en los que ha de desarrollarse un ciclo de Clausius-Rankine hacia la izquierda, generándose o bien calor útil o frío útil o ambos al mismo tiempo. Una bomba de calor de este tipo también puede estar configurada por etapas para poner a disposición calor de calefacción a un nivel de temperatura bajo, por ejemplo, a 28 grados Celsius para una calefacción por suelo radiante, y agua de proceso a un nivel de temperatura más alto, por ejemplo, a 70 grados Celsius. La bomba de calor extrae en este sentido calor de un medio más frío y lo transforma a un nivel de temperatura más alto mediante energía eléctrica.

Durante la extracción de este calor, también puede generarse respectivamente frío. El frío también puede ser necesario a diferentes temperaturas, por ejemplo, a 14 grados Celsius para el aire acondicionado y a 4 grados Celsius para enfriar alimentos o incluso menos para usos de congelación. En algunos diseños se puede alternar entre calefacción y aire acondicionado, mientras que, en otros, ambos modos de funcionamiento pueden funcionar en paralelo.

Este tipo de bombas de calor tienen al menos un compresor regulado o compresor, al menos una válvula de expansión electrónica regulada, al menos un condensador y al menos un evaporador. Siempre y cuando tengan que manejarse varios niveles de temperatura, también se pueden utilizar compresores escalonados. Por regla general, estos compresores están regulados por velocidad, produciéndose la regulación de la velocidad en función del calor útil extraído del circuito de calefacción o de la generación de frío en el funcionamiento del aire acondicionado.

La regulación de la válvula de expansión electrónica regulada se produce, por ejemplo, en función del sobrecalentamiento deseado del fluido de trabajo a la salida del evaporador. El calor que se extrae del condensador en el circuito de calefacción corresponde, a este respecto, al calor que se extrae del entorno en el evaporador más la energía que se suministra al fluido de trabajo por parte del compresor, siempre y cuando la bomba de calor funcione como calefacción.

La extracción o liberación de energía térmica al aire exterior se puede realizar, a este respecto, de diferentes formas, utilizándose por regla general un ventilador, que, al igual que el compresor, se regula mediante velocidad. En el modo de calefacción, el evaporador es atravesado, a este respecto, por aire del entorno, en modo aire acondicionado, es atravesado el condensador. En función del diseño, los fluidos portadores de calor entre la circulación de fluido de trabajo y el punto de absorción de calor del entorno o el punto de liberación de calor al entorno también pueden asumir la tarea del transporte de calor cuando han de superarse distancias mayores o cuando se utilizan fluidos de trabajo peligrosos, que requieren un blindaje asegurado por separado. Los fluidos portadores de calor típicos son salmuera y agua, en el pasado se utilizaban como fluidos de trabajo hidrocarburos fluorados, los llamados refrigerantes de seguridad, que ahora están siendo sustituidos por propano, amoníaco y otros fluidos de trabajo.

Sin embargo, dado que estos líquidos están conectados entre sí a través de superficies de intercambiador de calor en términos de vibración, las vibraciones del compresor habitualmente se transmiten a todo el sistema y lo estimulan a oscilar a la frecuencia de la velocidad del compresor. Estas vibraciones del compresor se transmiten de este modo al intercambiador de calor, que está expuesto al aire ambiente.

Las vibraciones del compresor y el ruido resultante a este respecto son conocidos en el caso de bombas de calor, sobre todo, del ámbito de los secadores con bomba de calor domésticos. De este modo, el documento EP 2 628 838 B1 describe un electrodoméstico con un dispositivo de secado, tal como una secadora, una lavadora-secadora o un lavavajillas, produciéndose el secado mediante o con la ayuda de una bomba de calor, la cual comprende un compresor rotativo, en particular, un compresor de pistón rotativo, comprendiendo el compresor un estator cilíndrico al menos aproximadamente hueco, que está fijado a una placa base, que está fijada al electrodoméstico a través de elementos de base elásticos. Al compresor se le asigna como amortiguador de vibraciones al menos una masa oscilante, cuya frecuencia propia está coordinada con las vibraciones de giro generadas por el compresor y que está dispuesta en al menos uno de los elementos de base.

Debido a esta amortiguación de vibraciones, bien es cierto que se reduce la transmisión de vibraciones desde el compresor a la carcasa, lo que reduce el ruido interno, pero apenas se evitan las vibraciones en el fluido de trabajo.

Los ventiladores instalados en el exterior son habitualmente ventiladores axiales con álabes, cuya velocidad se puede regular, en casos especiales se utilizan paletas regulables. La invención prefiere ventiladores axiales de tres álabes con control de velocidad, pudiendo utilizarse también, no obstante, todos los demás diseños, como ventiladores radiales, ventiladores de flujo transversal o tangencial. Mediante las paletas o álabes resultan arremolinamientos durante el transporte de aire, que también provocan vibraciones cuando inciden sobre las rejillas exteriores, siempre que los intercambiadores de calor estén dispuestos por el lado de aspiración.

El fenómeno físico se conoce como frecuencia de paso de pala, en la tecnología de turbinas se utilizan aparatos y detectores que utilizan esta frecuencia de paso de pala. De este modo, por ejemplo, el documento DE 10 2009 039 693 A1 describe un procedimiento para la detección de un cambio en las condiciones de flujo aerodinámico de las paletas de turbina que rotan durante el funcionamiento de una turbina, en cuyo caso se registra y mide el ruido de funcionamiento de la turbina y entonces se extraen conclusiones a partir de la amplitud y/o fase de los valores.

El documento CH 710 088 A1 describe un dispositivo de refrigeración con compresor y un ventilador controlados por velocidad. Las frecuencias de rotación se pueden configurar mediante el control para que pueda seleccionarse entre un funcionamiento de ruido reducido y un funcionamiento normal.

El documento GB 2557826 A describe un dispositivo con una bomba de calor que dispone de un compresor y de un ventilador, y cuyo ruido debe reducirse mediante regulación de ventilador o compresor o de ambos si es necesario. Para ello se combinan entre sí dos niveles de ruido que fueron registrados del compresor y del ventilador y memorizados en una base de datos. La regulación se produce mediante las mediciones de temperatura en el circuito de la bomba de calor y en el exterior a través de las velocidades de ventilador y compresor. A través de la emisión de ruido conocida se puede determinar la suma de ambas fuentes de ruido, estando previsto tanto para el compresor como también para el ventilador, respectivamente un intervalo de velocidad para el funcionamiento normal y para el funcionamiento con ruido reducido. El objetivo es, a este respecto, que el nivel de ruido de compresor y ventilador sean respectivamente el mismo, dado que de este modo se logra un mínimo total. Sin embargo, no está previsto que se coordinen entre sí las frecuencias de giro o múltiplos de estas de ventilador y compresor, o que se tenga en consideración la cantidad de álabes del ventilador. Además, el documento GB 2 557 826 A divulga un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1.

El documento DE 10 2011 006 258 A1 describe un aparato de refrigeración doméstico con un compresor controlado y un ventilador controlado, en cuyo caso han de evitarse resonancias al atravesar intervalos de velocidad, sobre todo, al cambiar entre valores estacionarios o durante el arranque. Para ello se registran, en primer lugar, la temperatura ambiente y los deseos del usuario, pudiendo o debiendo elegir el usuario entre un funcionamiento de ruido reducido o el funcionamiento normal. El funcionamiento de ruido reducido se ajusta en este sentido mediante valores de velocidad para compresor y ventilador, los ajustes no se realizan a través de una regulación, sino a través de un control, en el cual hay preestablecidos valores de velocidad adecuados.

En el presente caso, el problema consiste en que la frecuencia de paso de pala del ventilador utilizado y las vibraciones del compresor interactúan entre sí en el caso de determinadas velocidades y aumentan, a este respecto, significativamente en función de la fase. Esta interacción se produce en forma de un fuerte desarrollo de ruido, lo que prácticamente significa que el funcionamiento exterior de la bomba de calor excede los límites de ruido permitidos en determinadas constelaciones y entonces la bomba de calor tendría que ser desconectada. Sorprendentemente, no se pudo observar en este caso ni una relación con la fase, lo que podría tener como consecuencia, además de una ampliación, también una anulación mutua, ni una relación con las frecuencias propias del sistema acoplado. Esto podría deberse a las bajas frecuencias por debajo de 300 hercios, ya que las fuentes de la bomba de calor están muy próximas entre sí en términos de longitudes de onda y tiempos de funcionamiento.

Por lo tanto, el objetivo de la invención es evitar de forma económica de modo seguro este desarrollo de ruido sin tener que aceptar, a este respecto, ninguna pérdida de rendimiento.

La invención resuelve este objetivo mediante un procedimiento según la reivindicación 1 para regular una bomba de calor, en la que funciona un ciclo de Clausius-Rankine termodinámico hacia la izquierda y por la que se guía un fluido de trabajo por una circulación de fluido de trabajo cerrada, estanca herméticamente, presentando la bomba de calor respectivamente al menos un compresor con velocidad regulada, al menos una válvula de expansión regulada electrónicamente, al menos un condensador, al menos un evaporador y al menos un ventilador con velocidad regulada, liberándose calor útil a al menos un circuito de calefacción o frío útil a al menos un circuito de refrigeración, y donde

- a través de la regulación de bomba de calor se registran tanto las velocidades de compresor como también las velocidades de ventilador,
- a través de cada velocidad de ventilador se forma la frecuencia de paso de pala y sus múltiplos enteros,
- esta frecuencia de paso de pala y sus múltiplos enteros se comparan con cada velocidad de compresor y sus múltiplos enteros,
- y la regulación presenta una separación de frecuencia que puede ser predeterminada, que mantiene los múltiplos enteros comparados de las velocidades de compresor y los de la frecuencia de paso de pala regulados separados entre sí a razón de esta separación de frecuencia que puede ser predeterminada,
- en cuanto que se modifican o bien la velocidad de los compresores o las velocidades de los ventiladores o ambas mediante intervención de regulación.

A través de esta medida se logra que se reduzca notablemente el ruido en cada intercambiador de calor ventilado, significando ventilado que recibe aire de un ventilador o pasa a través de él aire de un ventilador, independientemente de si el ventilador está dispuesto por el lado de aspiración o por el lado de presión.

Los ajustes de la regulación se llevan a cabo, a este respecto, previamente, han de realizarse para cada modelo constructivo únicamente una vez. Durante el funcionamiento en marcha ya no son necesarias mediciones, lo que constituye una ventaja de la invención. Previamente se comprueban, a este respecto, todas las combinaciones posibles entre la velocidad de compresor y el producto de velocidad de ventilador y número de álabes, así como los respectivos múltiplos armónicos, para ver en qué medida influyen negativamente en la acústica. Estas combinaciones determinadas se memorizan en el software del regulador, de modo que dichas combinaciones no estén permitidas ni se utilicen. En este sentido se determinan también los intervalos de velocidad específicos, que se especifican individualmente para cada una de las combinaciones determinadas. La reducción de ruido se logra a través de la reducción de las amplitudes y, por tanto, también de la tonalidad.

En realizaciones de la invención está previsto que la reducción de ruido se seleccione durante la noche mayor que durante el día, en cuanto que se selecciona de forma diferente la separación de frecuencia predeterminada. Otras realizaciones preferentes se refieren a las separaciones de frecuencias a seleccionar. En una realización preferente es por la noche de al menos el 2 por ciento, de manera particularmente preferente de al menos el 5 por ciento y durante el día de al menos el 1 por ciento, de forma particularmente preferente del 3 por ciento.

En otras realizaciones de la invención está previsto que la reducción de ruido se produzca a través de regulación de la separación de frecuencia en función del mapeo de áreas. En este caso se tiene en cuenta si se trata de una zona residencial, de una zona comercial o de una zona mixta. Por supuesto, esta consideración también puede combinarse con la regulación horaria.

En caso de una reducción de la velocidad de ventilador, ha de aumentarse correspondientemente la diferencia de temperatura en el intercambiador de calor, para que se pueda transferir la misma cantidad de calor. Esto se logra aumentando el sobrecalentamiento regulado en la salida del evaporador mediante correspondiente regulación de la válvula de expansión electrónica cuando el intercambiador de calor que recibe flujo funciona como evaporador en modo de calefacción y aumentando el subenfriamiento regulado cuando el intercambiador de calor que recibe flujo funciona como condensador en modo aire acondicionado. Debido a la mayor diferencia de temperatura, aumenta la velocidad del compresor, mientras que la velocidad del ventilador disminuye. Estas dos medidas se anulan en gran medida en términos de necesidades energéticas totales.

La invención se explica con más detalle con referencia a las Figuras 1 a 3. A este respecto, muestran:

- la Fig. 1 una representación esquemática de un proceso de enfriamiento hacia la izquierda para un sistema de bomba de calor aire/agua sencillo,
- la Fig. 2 el desarrollo de ruido en un intervalo de frecuencia en relación con la frecuencia de paso de pala y la velocidad de ventilador.
- la Fig. 3 el desarrollo de ruido en un intervalo de frecuencia en relación con la velocidad de compresor.

La Fig. 1 muestra en este ejemplo un circuito de refrigeración 1 con un compresor de refrigeración 2, un condensador 3, una válvula de regulación de descarga 4 y un evaporador 5. En este caso, fluido de trabajo 6 comprimido fluye hacia el condensador 3, donde libera su calor a la corriente portadora de calor 7, que es transportada por la bomba de circulación 8 como corriente de calor 9 al consumidor. El fluido de trabajo 10 enfriado y condensado de este modo llega a la válvula de regulación de descarga 4, donde continúa enfriándose y se conduce al evaporador 5 como corriente fría 11. Allí absorbe calor del aire ambiente 12, que es aspirado a través del evaporador 5 por el ventilador 13. El fluido de trabajo 14 calentado es comprimido nuevamente por el compresor de refrigeración 2, con lo que se cierra el circuito de refrigeración 1. Detrás del condensador 3 hay dispuesto un recipiente colector 15.

La corriente portadora de calor 7 es aquí la corriente de retorno del circuito de calefacción, la corriente de calor 9 es la corriente de entrada al circuito de calefacción. El caudal de transporte de la bomba de circulación 8 se conoce bien a partir de las curvas características en función de la velocidad, la diferencia de temperatura entre la corriente de entrada y la corriente de retorno se mide mediante los puntos de medición de temperatura 16 y 17 y se comunica a una unidad de control central. A partir de ello se determina la demanda de calor, que sirve como magnitud de referencia para la capacidad de suministro del compresor, en particular para la velocidad del accionamiento del compresor de refrigeración 2.

A la salida del compresor de refrigeración 2 se miden la presión 18 y la temperatura 19 para determinar la entalpía del fluido de trabajo comprimido, el fluido de trabajo 6 comprimido es completamente gaseoso y está sobrecalentado. A la salida del siguiente condensador 3 el fluido de trabajo 10 está completamente condensado y enfriado, también se miden allí la presión 20 y la temperatura 21 para determinar la entalpía. A partir de la diferencia de entalpía se determina de forma exacta el caudal, que ha de poner a disposición el compresor de refrigeración 2, para cubrir la demanda de calor a través del circuito de calefacción y de este modo se regula la velocidad del accionamiento de

compresor.

En este momento entra en juego la invención, aumentándose ligeramente la velocidad del compresor en cuanto se alcanzan combinaciones de velocidades especificadas como inadmisibles en la regulación. Este aumento de velocidad es, a este respecto, muy pequeño y es del orden de un pequeño porcentaje.

- 5 De este modo, en principio, podría lograrse también una potencia calorífica ligeramente mayor. Sin embargo, este no es el objetivo, sino que la velocidad del ventilador se reduce a razón de un pequeño porcentaje. De este modo se extrae inicialmente menos calor del aire ambiente 12. La regulación reacciona a esto reduciendo ligeramente la temperatura de evaporación, que se mide en el punto de medición de temperatura 24 y, con ello, la presión, que se mide en el punto de medición de presión 25, a la que se descarga la válvula de expansión electrónica 4. Por lo tanto, el aumento de la velocidad del compresor significa que el fluido de trabajo debe comprimirse desde una presión más baja, medida en el punto de medición de presión 27. El aumento de velocidad del compresor 2 prácticamente solo tiene efecto por el lado de aspiración.

- 15 Durante este proceso de regulación, la cantidad del fluido de trabajo, que es transportado por el compresor 2 y la entregada por la válvula de expansión electrónica 4 deben coincidir. Para ello, el flujo másico 22 o bien se mide mediante la válvula de expansión electrónica 4 y se regula en el circuito de regulación 23 o se produce una regulación de sobrecalentamiento generosa del evaporador, lo que conduce a un ajuste automático de los flujos másicos. Para que la válvula de regulación de expansión 4 tenga también en caso de cambios dinámicos el grado de libertad de regulación necesario, entre el condensador y la válvula de expansión electrónica 4 se encuentra el recipiente colector 15, que sirve también como recipiente de compensación.

- 20 La Fig. 2 muestra el desarrollo de ruido en un rango de frecuencia en relación con la frecuencia de paso de pala y con la velocidad de ventilador. En ambos diagramas se representa, a este respecto, la misma medición y se midió acústicamente un ventilador axial de tres álabes, que rota a aproximadamente 550 revoluciones por minuto y conduce aire a través del intercambiador de calor por el lado de aspiración. En el diagrama, el volumen se representa en dB y la frecuencia logarítmicamente de 20 a 200 Hz. Como se puede ver, los picos acústicos no se producen en los armónicos de la velocidad, sino en los armónicos de la frecuencia de paso de pala. Solo un pico por debajo de 100 Hz se debe a una oscilación natural del sistema, todos los demás son múltiplos de la frecuencia de paso de pala.

- 25 La Fig. 3 muestra el desarrollo de ruido en un rango de frecuencia en relación con la velocidad del compresor. El compresor rota, a este respecto, a una velocidad de 7200 revoluciones por minuto. En el diagrama, el volumen se representa en dB y la frecuencia logarítmicamente de 30 a 500 Hz. Solo un pico por debajo de 100 Hz se debe a una oscilación natural del sistema, todos los demás son múltiplos de la frecuencia de giro.

- 30 Se puede observar que los máximos de desarrollo de ruido son muy pronunciados debido a la velocidad del compresor, por lo que es muy posible remediar esto con solo pequeños cambios en la velocidad. En el ejemplo, para estas combinaciones de velocidades, la combinación de cuatro veces la frecuencia de paso de pala y de la frecuencia de giro del compresor es crítica y, de acuerdo con la invención, debe bloquearse para la regulación. Debe usarse el mismo procedimiento también para todas las demás combinaciones, de modo que al final resulte una tabla de combinaciones no permitidas en los rangos de velocidad de ventilador y compresor.

Lista de referencias

- | | | |
|----|----|-----------------------------------|
| | 1 | circulación de fluido de trabajo |
| | 2 | compresor de refrigeración |
| 40 | 3 | condensador |
| | 4 | válvula de regulación de descarga |
| | 5 | evaporador |
| | 6 | fluido de trabajo comprimido |
| | 7 | corriente portadora de calor |
| 45 | 8 | bomba de circulación |
| | 9 | corriente de calor |
| | 10 | fluido de trabajo condensado |
| | 11 | corriente fría |
| | 12 | aire ambiente |
| 50 | 13 | ventilador |

	14	fluido de trabajo calentado
	15	recipiente colector
	16	punto de medición de temperatura
	17	punto de medición de temperatura
5	18	punto de medición de presión
	19	datos de medición
	20	punto de medición de presión
	21	punto de medición de temperatura
	22	medición de flujo másico
10	23	circuito de regulación para válvula de regulación de descarga
	24	punto de medición de temperatura
	25	punto de medición de presión
	26	punto de medición de temperatura
	27	punto de medición de presión
15		

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la regulación de una bomba de calor, en la que se hace funcionar un ciclo de Clausius-Rankine termodinámico hacia la izquierda y en el que se guía un fluido de trabajo por un circuito de fluido de trabajo (1) cerrado, herméticamente sellado, presentando la bomba de calor respectivamente al menos un compresor (2) de velocidad regulada, al menos una válvula de expansión (4) regulada electrónicamente, al menos un condensador (3), al menos un evaporador (5) y al menos un ventilador (13) de velocidad regulada y una regulación de bomba de calor, suministrándose calor útil a un circuito de calefacción o frío útil a al menos un circuito de refrigeración, registrándose mediante la regulación de bomba de calor tanto las velocidades de compresor como también las velocidades de ventilador,
- 5
- 10 caracterizado por que
 - a partir de cada velocidad de ventilador se forma la frecuencia de paso de pala y sus múltiplos enteros,
 - esta frecuencia de paso de pala y sus múltiplos enteros se comparan con cada velocidad de compresor y sus múltiplos enteros,
 - 15 - y la regulación de bomba de calor presenta una separación de frecuencia que puede ser predeterminada que mantiene los múltiplos enteros comparados de las velocidades de compresor y de la frecuencia de paso de pala regulados a una distancia entre sí a razón de esta separación de frecuencia que puede ser predeterminada,
 - en cuanto que se modifica o bien la velocidad de los compresores o la velocidad de los ventiladores o ambas mediante intervención en la regulación.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que se selecciona una reducción de ruido mayor durante la noche que durante el día, en cuanto que se selecciona de forma diferente una separación de frecuencia predeterminada.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que la separación de frecuencia predeterminada es durante la noche de al menos el 2 por ciento.
- 25 4. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que la separación de frecuencia predeterminada es durante la noche de al menos el 5 por ciento.
5. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que la separación de frecuencia predeterminada es durante el día de al menos el 1 por ciento.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que la separación de frecuencia predeterminada es durante el día de al menos el 3 por ciento.
- 30 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la separación de frecuencia predeterminada se establece debido a que la velocidad de ventilador se reduce y la velocidad de compresor se aumenta.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la regulación de la separación de frecuencia se lleva a cabo en correspondencia con el mapeo de área del lugar de instalación.
- 35

Fig. 1

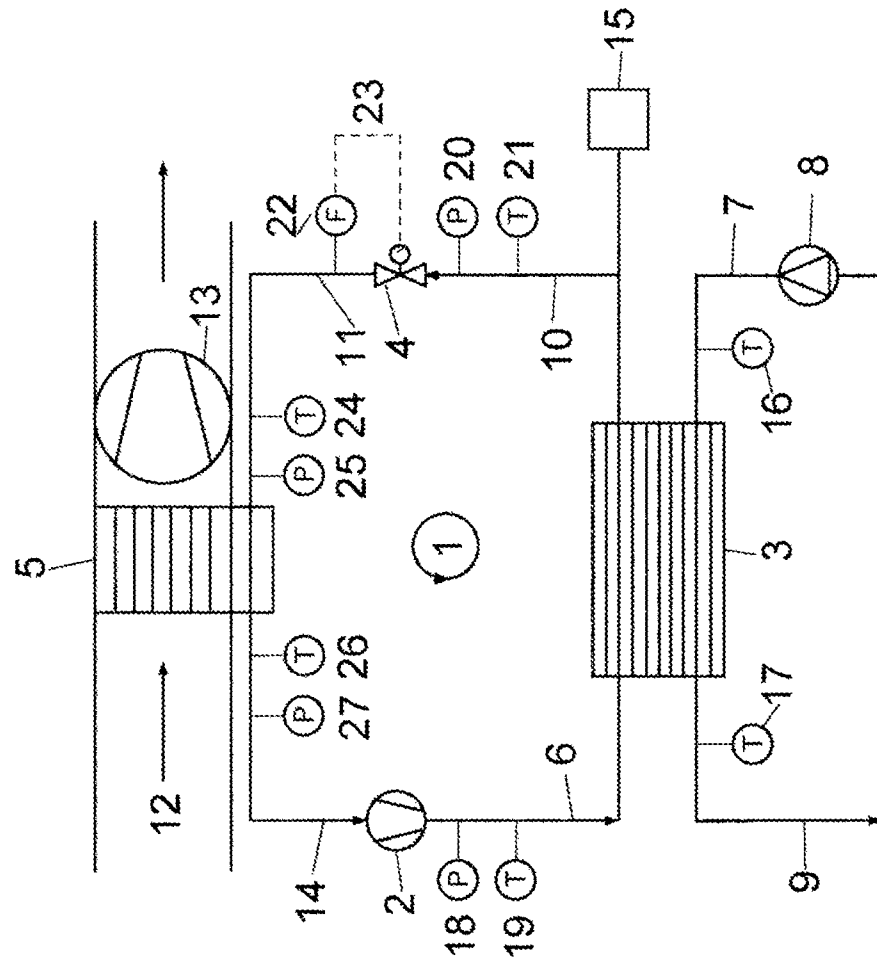


Fig. 2

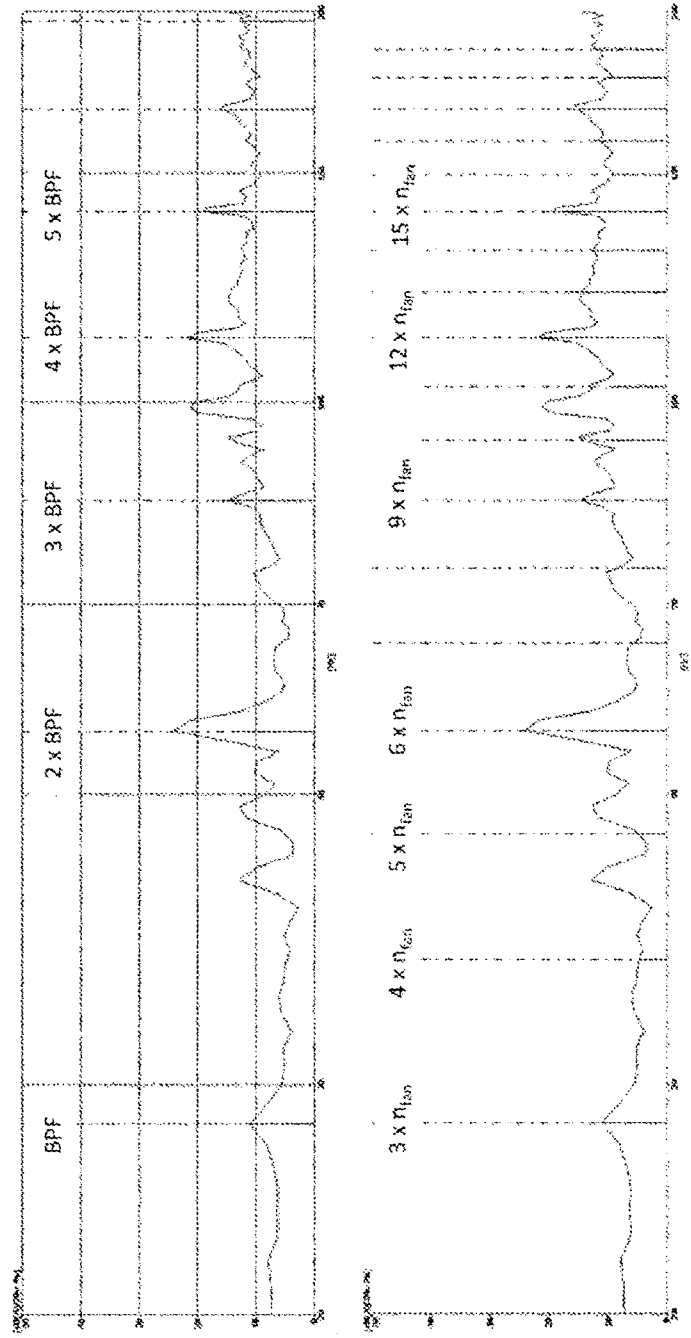


Fig. 3

