

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 185**

51 Int. Cl.:

**F25B 30/00** (2006.01)

**F25B 41/00** (2006.01)

**B61D 27/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.08.2017 PCT/EP2017/069913**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2018 WO18036796**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2017 E 17752344 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 3472538**

54 Título: **Sistema de aire acondicionado para un vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

**22.08.2016 DE 102016215689**

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

**28.12.2020**

73 Titular/es:

**SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)  
Otto-Hahn-Ring 6  
81739 München, DE**

72 Inventor/es:

**EHRIG, MARKUS;  
HILDEBRANDT, ALEXANDER y  
KASAP, IRFAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 800 185 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 aire acondicionado para un vehículo ferroviario

La presente invención hace referencia a un sistema de aire acondicionado para un vehículo ferroviario según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Conforme al mismo se conoce un sistema de aire acondicionado, por ejemplo para un vehículo ferroviario, con un circuito de refrigeración que puede conmutar entre un funcionamiento de refrigeración y un funcionamiento de calefacción, que presenta un primer intercambiador de calor que interactúa con un aire ambiente, así como en el funcionamiento de refrigeración trabaja como condensador y en el funcionamiento de calefacción como evaporador, un segundo intercambiador de calor que acondiciona aire de suministro para un espacio interno de pasajeros, una  
10 válvula de expansión, un compresor y una disposición de válvula para conmutar entre el funcionamiento de refrigeración y el funcionamiento de calefacción. Un sistema de aire acondicionado de esa clase se conoce por la solicitud EP 2 811 241 A1.

Los aparatos de esa clase, proporcionados con frecuencia como sistema compacto de aire acondicionado, no sólo se emplean en vehículos ferroviarios, sino también en vehículos de cualquier clase, y también en edificios.

15 En el caso del acondicionamiento de aire de vehículos ferroviarios, las funciones principales del sistema de aire acondicionado consisten en acondicionar un aire mixto, compuesto por aire exterior y aire ambiente, en un aire de suministro determinado, de manera que en un espacio interno para pasajeros se mantenga un confort climático deseado. Puesto que en los vehículos ferroviarios el sistema de aire acondicionado, después de los componentes de tracción del vehículo ferroviario, con frecuencia es el segundo mayor consumidor de energía, es importante reducir  
20 el consumo de energía del sistema de aire acondicionado. Una de las medidas para ello consiste en proporcionar un sistema de aire acondicionado, en particular un sistema compacto de aire acondicionado, con función de bomba de calor integrada.

De este modo, un área de trabajo principal para la función de bomba de calor se encuentra habitualmente a temperaturas externas de entre -5°C y +15°C. El modo de trabajo del sistema de aire acondicionado debe cumplir  
25 además con las normas vigentes DIN EN14750 y DIN EN13129.

La función de bomba de calor del sistema de aire acondicionado se posibilita mediante una disposición de válvula, donde el circuito de refrigeración, en el funcionamiento de refrigeración, trabaja como en un sistema de aire acondicionado convencional, es decir que el evaporador enfría el aire mixto a una temperatura requerida del aire de  
30 suministro, donde al mismo tiempo, ubicándose por debajo de una temperatura del punto de condensación, se deshumidifica también el aire mixto. Al influir en la temperatura y/o en la humedad del aire mixto, el evaporador acondiciona el aire mixto, de aire exterior y aire ambiente.

Por otra parte, el condensador descarga en el ambiente un calor residual proveniente del proceso de trabajo del evaporador y del compresor.

35 En el funcionamiento de calefacción del sistema de aire acondicionado la disposición de válvula se regula de manera que el evaporador, de forma técnica en cuanto al proceso, está dispuesto sobre un lado externo y refrigera el aire ambiente. De este modo, el agua se condensa al ubicarse por debajo del punto de condensación del aire ambiente. En el caso de temperaturas más bajas, por debajo de 0°C, se produce entonces una acumulación de escarcha en la superficie de transferencia térmica del evaporador.

40 El aire mixto se calienta mediante la bomba de calor, ya que el condensador prácticamente conduce el calor del compresor y el calor del condensador al aire mixto.

No obstante, debe considerarse que la función en el funcionamiento de bomba de calor generalmente está limitada a menos de -5°C, ya que de lo contrario el evaporador se cubre de hielo en alto grado sobre el lado externo. En un rango de transición entre -5°C y aproximadamente +5°C, el circuito de refrigeración se interrumpe por un cierto tiempo, hasta que el hielo está fundido nuevamente en la superficie de transferencia térmica del evaporador, o tiene  
45 lugar una inversión del proceso. En el caso de una inversión del proceso se conmutaría al funcionamiento de refrigeración. No obstante, en general se prescinde de ello, ya que el espacio interno se refrigeraría, en lugar de calefacterse.

50 Ambas medidas conducen a una interrupción de la función de bomba de calor del circuito de refrigeración, de manera que es necesario conectar un dispositivo de calentamiento eléctrico dispuesto aguas abajo del segundo intercambiador de calor, para llevar el aire mixto a una temperatura adecuada, de manera que éste pueda conducirse como aire de suministro al espacio interno para pasajeros. La conexión del dispositivo de calentamiento eléctrico conduce a una fluctuación de la temperatura del aire de suministro, ya que primero debe calentarse el

propio dispositivo de calentamiento eléctrico, lo cual está determinado por una capacidad térmica del dispositivo de calentamiento eléctrico. Con ello, no puede regularse de inmediato exactamente la misma temperatura del aire de suministro.

5 Por último, la interrupción de la función de bomba de calor y la conexión del dispositivo de calentamiento eléctrico provoca una fluctuación de la temperatura del aire de suministro para el espacio interno de pasajeros, lo cual dificulta cumplir con las normas vigentes antes mencionadas.

A esto se agrega el hecho de que la utilización del dispositivo de calentamiento eléctrico implica proporcionar diferentes dispositivos de seguridad, puesto que en los elementos de calentamiento del dispositivo de calentamiento pueden presentarse temperaturas de la superficie muy elevadas, por ejemplo de más de 300°C.

10 En base a ello, el objeto de la presente invención consiste en perfeccionar el sistema de aire acondicionado descrito en la introducción, de manera que se reduzcan fluctuaciones en la temperatura del aire de suministro para el espacio interno para pasajeros/espacio interno del edificio, debido a una interrupción del funcionamiento de bomba de calor.

Dicho objeto se soluciona mediante un sistema de aire acondicionado según la reivindicación 1.

15 Conforme a ello, el sistema de aire acondicionado mencionado en la introducción está perfeccionado de manera que el circuito de refrigeración presenta un circuito de refrigeración primario que comprende el primer intercambiador de calor, la válvula de expansión, el compresor, la disposición de válvula para conmutar entre el funcionamiento de refrigeración y el funcionamiento de calefacción, así como un lado primario de un tercer intercambiador de calor, que en el funcionamiento de refrigeración trabaja como evaporador y en el funcionamiento de calefacción como condensador, así como un circuito de refrigeración secundario que comprende el lado secundario del tercer intercambiador de calor y el segundo intercambiador de calor, donde entre una salida de fluido de refrigeración, del lado secundario del tercer intercambiador de calor y una entrada de fluido de refrigeración del segundo intercambiador de calor, está dispuesto un dispositivo de calentamiento eléctrico que puede conectarse, para calentar un flujo de suministro de refrigerante para el segundo intercambiador de calor.

25 Mediante la división del circuito de refrigeración en un circuito de refrigeración primario y un circuito de refrigeración secundario que están conectados uno con otro mediante el tercer intercambiador de calor, es posible reducir fluctuaciones de temperatura en el aire de suministro para el espacio interno para pasajeros. Ciertamente, porque el circuito de refrigeración secundario trabaja a modo de un acumulador térmico y el dispositivo de calentamiento eléctrico no actúa sobre la temperatura del aire de suministro, como en el estado del arte, sino sobre la temperatura del flujo de suministro de refrigerante para el segundo intercambiador de calor, que provoca el acondicionamiento del aire, que debe ser guiado hacia el espacio interno para pasajeros.

30 El dispositivo de calentamiento eléctrico puede estar diseñado como calentador de inmersión. De ese modo se logra una realización sencilla del dispositivo de calentamiento eléctrico.

35 Preferentemente, una capacidad de acumulador de calor del circuito de refrigeración secundario se diseña de manera que interrupciones cortas del funcionamiento de bomba de calor no repercuten de forma negativa sobre la temperatura del aire de suministro.

40 La capacidad de acumulador de calor del circuito de refrigeración secundario puede aumentarse además de manera que el circuito de refrigeración secundario esté equipado con un depósito. El calentador de inmersión, en este caso, está integrado en el depósito para el refrigerante del circuito de refrigeración secundario. El hecho de proporcionar un depósito en el circuito de refrigeración secundario posibilita que un funcionamiento de bomba de calor del sistema de aire acondicionado pueda realizarse a intervalos, con una eficiencia máxima. Las interrupciones en el funcionamiento de bomba de calor se compensan, en particular mediante el depósito.

El funcionamiento de bomba de calor, además, esencialmente puede tener lugar sin una formación de hielo, ya que durante pausas del funcionamiento puede tener lugar una descongelación de agua en el evaporador, sin que deba contarse con efectos negativos en cuanto al cumplimiento de la temperatura deseada del aire de suministro.

45 En particular se considera preferente que el sistema de aire acondicionado, en su funcionamiento de calefacción, trabaje a modo de intervalos, de manera que está posibilitada una descongelación del primer intercambiador de calor que interactúa con el aire externo.

50 La disposición de válvula puede estar formada por una válvula de cuatro vías. En ese caso, la válvula de cuatro vías está equipada con una primera conexión que está conectada con una entrada de fluido de refrigeración del primer intercambiador de calor en el funcionamiento de refrigeración, con una segunda conexión que está conectada a una salida de fluido de refrigeración en el lado primario del tercer intercambiador de calor en el funcionamiento de

refrigeración, con una tercera conexión que está conectada a un lado de entrada del compresor, y con una cuarta conexión que está conectada a un lado de salida del compresor.

5 Un funcionamiento de refrigeración del sistema de aire acondicionado puede realizarse debido a que la válvula de cuatro vías, mediante técnica de flujo, está conectada de manera que una segunda conexión está conectada a la tercera conexión, y su cuarta conexión está conectada a la primera conexión. Por otra parte, en el funcionamiento de calefacción, mediante técnica de flujo, la primera conexión está conectada a la tercera conexión y la cuarta conexión está conectada a la segunda conexión de la válvula de cuatro vías.

Preferentemente, el tercer intercambiador de calor está realizado como intercambiador de calor de placas. Esto garantiza un intercambio de calor efectivo entre el circuito de refrigeración primario y el secundario.

10 El circuito de refrigeración secundario puede trabajar con una mezcla de salmuera - agua, como refrigerante. Para el circuito de refrigeración primario pueden utilizarse refrigerantes corrientes.

El aire ambiente puede pasar delante del primer intercambiador de calor mediante un primer ventilador, mientras que en el segundo intercambiador de calor, que proporciona el aire de suministro acondicionado para el espacio interno para pasajeros, puede utilizarse igualmente un ventilador para succionar el aire de suministro.

15 A continuación se explican con mayor detalle ejemplos de ejecución de la invención, haciendo referencia a los dibujos. Muestran:

Figura 1: una representación esquemática de un circuito de refrigeración con función de bomba de calor, en un funcionamiento de refrigeración, en una primera forma de ejecución;

20 Figura 2: una representación esquemática del circuito de refrigeración de la figura 1, en un funcionamiento de calefacción,

Figura 3: una representación esquemática de un circuito de refrigeración con función de bomba de calor, en un funcionamiento de refrigeración, en una segunda forma de ejecución; y

Figura 4: una representación esquemática del circuito de refrigeración de la figura 3, en un funcionamiento de calefacción.

25 Los circuitos de refrigeración ilustrados mediante las figuras 1 a 4 están realizados por ejemplo en un sistema de aire acondicionado compacto, tal como el mismo se utiliza en un vehículo ferroviario. No obstante, los circuitos de refrigeración pueden emplearse igualmente en el área de otros vehículos y en la técnica relacionada con los edificios.

30 Cabe destacar que las conexiones mediante técnica de flujo ilustradas en los dibujos con líneas continuas son aquellas en las cuales el fluido de refrigeración tiene una temperatura más bien reducida, mientras que las conexiones mediante técnica de flujo representadas con líneas discontinuas indican un fluido de refrigeración con temperatura aumentada.

35 En la figura 1 está representado un funcionamiento de refrigeración para un circuito de refrigeración con función de bomba de calor. El circuito de refrigeración comprende un circuito de refrigeración primario 1 y un circuito de refrigeración secundario 2. El circuito de refrigeración primario 1 presenta un primer intercambiador de calor 3 que interactúa con el aire ambiente y en el funcionamiento de refrigeración trabaja como evaporador. El aire ambiente pasa delante del primer intercambiador de calor 3 con la ayuda de un ventilador 4. En el funcionamiento de refrigeración para el circuito de refrigeración, representado en la figura 1, el primer intercambiador de calor 3 actúa como evaporador. Sobre un lado de entrada del primer intercambiador de calor 3, en el funcionamiento de refrigeración, está conectada una válvula de cuatro vías 5, que está equipada con cuatro conexiones 6, 7, 8, 9. Una primera conexión 6 de la válvula de cuatro vías está conectada al lado de entrada del primer intercambiador de calor 3, en el funcionamiento de refrigeración. Puesto que la primera conexión 6 de la válvula de cuatro vías 5, en el funcionamiento de refrigeración, mediante una regulación adecuada de la válvula de cuatro vías 5, está conectada con su cuarta conexión 9, que está conectada con técnica de flujo a un lado externo de un compresor 10, fluido de refrigeración calentado, del circuito de refrigeración primario 1, ingresa al primer intercambiador de calor 3. Un lado de entrada del compresor 10, mediante la válvula de cuatro vías, en particular mediante su segunda 7 y su tercera conexión 8, está conectado al circuito de refrigeración secundario 2.

El fluido de refrigeración que abandona el primer intercambiador de calor 3 sobre su lado de salida, llega a una válvula de expansión 11, se enfría allí y desde allí en dirección hacia el circuito de refrigeración secundario 2.

5 El circuito de refrigeración secundario 2 comprende un segundo intercambiador de calor 12, para acondicionar aire de suministro Z para un espacio interno para pasajeros, por ejemplo de un vehículo ferroviario. Un ventilador 13 succiona aire mixto M, de aire externo y aire ambiente, proporcionado al aparato de aire acondicionado compacto, y lo lleva delante del segundo intercambiador de calor 12. En el funcionamiento de refrigeración aquí representado, el aire mixto se enfría en el intercambiador de calor y después se transporta en dirección del espacio interno de pasajeros, mediante el ventilador 13.

Además, el circuito de refrigeración secundario 2 comprende un calentador de inmersión 14, que puede conectarse en caso necesario. El fluido de refrigeración en el circuito de refrigeración secundario 2, que se trata de una mezcla de agua - salmuera, se transporta con la ayuda de una bomba centrífuga 15.

10 El circuito de refrigeración primario 1 y el circuito de refrigeración secundario 2 están conectados uno con otro mediante un tercer intercambiador de calor 16 que en el funcionamiento de refrigeración trabaja como condensador, pero en el funcionamiento de calefacción trabaja como evaporador, y está realizado como un intercambiador de calor de placas. Su lado primario, por una parte, está conectado con la válvula de expansión 11 y, por otra parte, está conectado a la segunda salida 7 de la válvula de cuatro vías 5. En el funcionamiento de refrigeración, fluido de refrigeración enfriado del circuito de refrigeración primario 1, que proviene desde la válvula de expansión 11, interactúa con el fluido de refrigeración del circuito de refrigeración secundario 2 y abandona el tercer intercambiador de calor 12 en dirección hacia la segunda conexión 7 de la válvula de cuatro vías 5.

20 En el funcionamiento de calefacción representado mediante la figura 2 el circuito de refrigeración realiza una función de bomba de calor. La disposición de técnica de flujo del circuito de refrigeración primario 1 se diferencia de aquella que se muestra mediante la figura 1, en la incorporación del compresor 10. Su lado de entrada ahora está conectado a un lado de salida para fluido de refrigeración del primer intercambiador de calor 3, en el funcionamiento de calefacción, mediante la primera 6 y la tercera conexión 8 de la válvula de cuatro vías 5 (esto corresponde al lado de entrada en el funcionamiento de refrigeración). De ahora en más, el primer intercambiador de calor 3 es atravesado por fluido en la dirección inversa, en comparación con el funcionamiento de refrigeración.

25 En el funcionamiento de refrigeración del circuito de refrigeración, ilustrado mediante la figura 1, el tercer intercambiador de calor 16, que trabaja aquí como condensador, transfiere la temperatura del refrigerante del circuito de refrigeración primario 1, tal como se encuentra presente del lado de salida de la válvula de expansión 8. El calentador de inmersión 14 no tiene una función en el modo de refrigeración.

30 En el funcionamiento de calefacción según la figura 2, el circuito de refrigeración funciona a intervalos, en particular a temperaturas externas de entre -5°C y +5°C, es decir que la función de bomba de calor se interrumpe por intervalos, donde en lo posible se prescinde de una inversión del proceso, también efectiva, desde el punto de vista de la eficiencia energética, de manera que en intervalos de reposo se posibilita una eliminación de hielo/descongelación de agua condensada, desde el aire externo A, en el primer intercambiador de calor 3. Mediante una reducción (a corto plazo) de la transferencia térmica en el tercer intercambiador de calor 16 se requiere la utilización del calentador de inmersión 14. El mismo está dispuesto entre el lado secundario del tercer intercambiador de calor 16 y un lado de flujo de suministro de refrigerante del segundo intercambiador de calor 12, y calienta el fluido de refrigeración del circuito de refrigeración secundario 2 según la necesidad, de manera que la temperatura del aire de suministro Z para el espacio interno para pasajeros resulta lo menos afectada posible por la conmutación/desconexión del circuito de refrigeración.

40 Las figuras 3 y 4 muestran una segunda forma de ejecución de un circuito de refrigeración con función de bomba de calor. En comparación con la primera forma de ejecución antes explicada, el circuito de refrigeración secundario 2 está ampliado en un depósito 17 para el fluido de refrigeración del circuito de refrigeración secundario 2. El calentador de inmersión 14 está integrado en ese depósito 17, de manera que en el caso de una interrupción de la función de bomba de calor del circuito de refrigeración se dispone de fluido de refrigeración suficiente a la temperatura deseada, de modo que la temperatura del aire de suministro Z, que se acondiciona en el segundo intercambiador de calor 12, está lo menos posible sujeta a fluctuaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de aire acondicionado para un vehículo ferroviario, con un circuito de refrigeración que puede conmutar entre un funcionamiento de refrigeración y un funcionamiento de calefacción, y presenta

5 - un primer intercambiador de calor (3) que interactúa con un aire ambiente (A), así como en el funcionamiento de refrigeración trabaja como condensador y en el funcionamiento de calefacción como evaporador,

- un segundo intercambiador de calor (12) que acondiciona aire de suministro (Z) para un espacio interno para pasajeros,

10 - una válvula de expansión (11), un compresor (10) y una disposición de válvula para conmutar entre el funcionamiento de refrigeración y el funcionamiento de calefacción,

caracterizado porque el circuito de refrigeración presenta

15 - un circuito de refrigeración primario (1) que comprende el primer intercambiador de calor (3), la válvula de expansión (11), el compresor (10), la disposición de válvula para conmutar entre el funcionamiento de refrigeración y el funcionamiento de calefacción, así como un lado primario de un tercer intercambiador de calor (16), que en el funcionamiento de refrigeración trabaja como evaporador y en el funcionamiento de calefacción como condensador, y

- un circuito de refrigeración secundario (2), que comprende el lado secundario del tercer intercambiador de calor (16) y el segundo intercambiador de calor (12),

20 - donde entre una salida de fluido de refrigeración, del lado secundario del tercer intercambiador de calor (16) y una entrada de fluido de refrigeración del segundo intercambiador de calor (12), está dispuesto un dispositivo de calentamiento eléctrico que puede conectarse, para calentar un flujo de suministro de refrigerante para el segundo intercambiador de calor (12).

2. Sistema de aire acondicionado según la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de calentamiento eléctrico está diseñado como calentador de inmersión (14).

25 3. Sistema de aire acondicionado según la reivindicación 2, caracterizado porque el calentador de inmersión (14) está integrado en un depósito (17) para el refrigerante del circuito de refrigeración secundario (2).

4. Sistema de aire acondicionado según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el mismo, en su funcionamiento de calefacción, trabaja a modo de intervalos, de manera que en el primer intercambiador de calor (3) está posibilitado un desescarche.

30 5. Sistema de aire acondicionado según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la disposición de válvula está formada por una válvula de cuatro vías (5), con una primera conexión (6) que está conectada con una entrada de fluido de refrigeración del primer intercambiador de calor (3) en el funcionamiento de refrigeración, con una segunda conexión (7) que está conectada a una salida de fluido de refrigeración en el lado primario del tercer intercambiador de calor (12) en el funcionamiento de refrigeración, con una tercera conexión (8) que está conectada a un lado de entrada del compresor, y con una cuarta conexión (9) que está conectada a un lado de salida del compresor (7).

40 6. Sistema de aire acondicionado según la reivindicación 5, caracterizado porque en el funcionamiento de refrigeración la válvula de cuatro vías (5), mediante técnica de flujo, está conectada de manera que su segunda conexión (7) está conectada a la tercera conexión (8), y su cuarta conexión (9) está conectada a la primera conexión (6), mientras que en el funcionamiento de calefacción, mediante técnica de flujo, la primera conexión (6) está conectada a la tercera conexión (8) y la cuarta conexión (9) está conectada a la primera conexión (6).

7. Sistema de aire acondicionado según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el tercer intercambiador de calor (16) está realizado como intercambiador de calor de placas.

45 8. Sistema de aire acondicionado según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el circuito de refrigeración secundario (1) trabaja con una mezcla de salmuera -agua, como refrigerante.

9. Sistema de aire acondicionado según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el aire ambiente pasa delante del primer intercambiador de calor (3) mediante un primer ventilador (4).

10. Sistema de aire acondicionado según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el aire de suministro (Z) que debe acondicionarse para el espacio interno para pasajeros pasa delante del segundo intercambiador de calor (12) mediante un segundo ventilador (10).

FIG 1

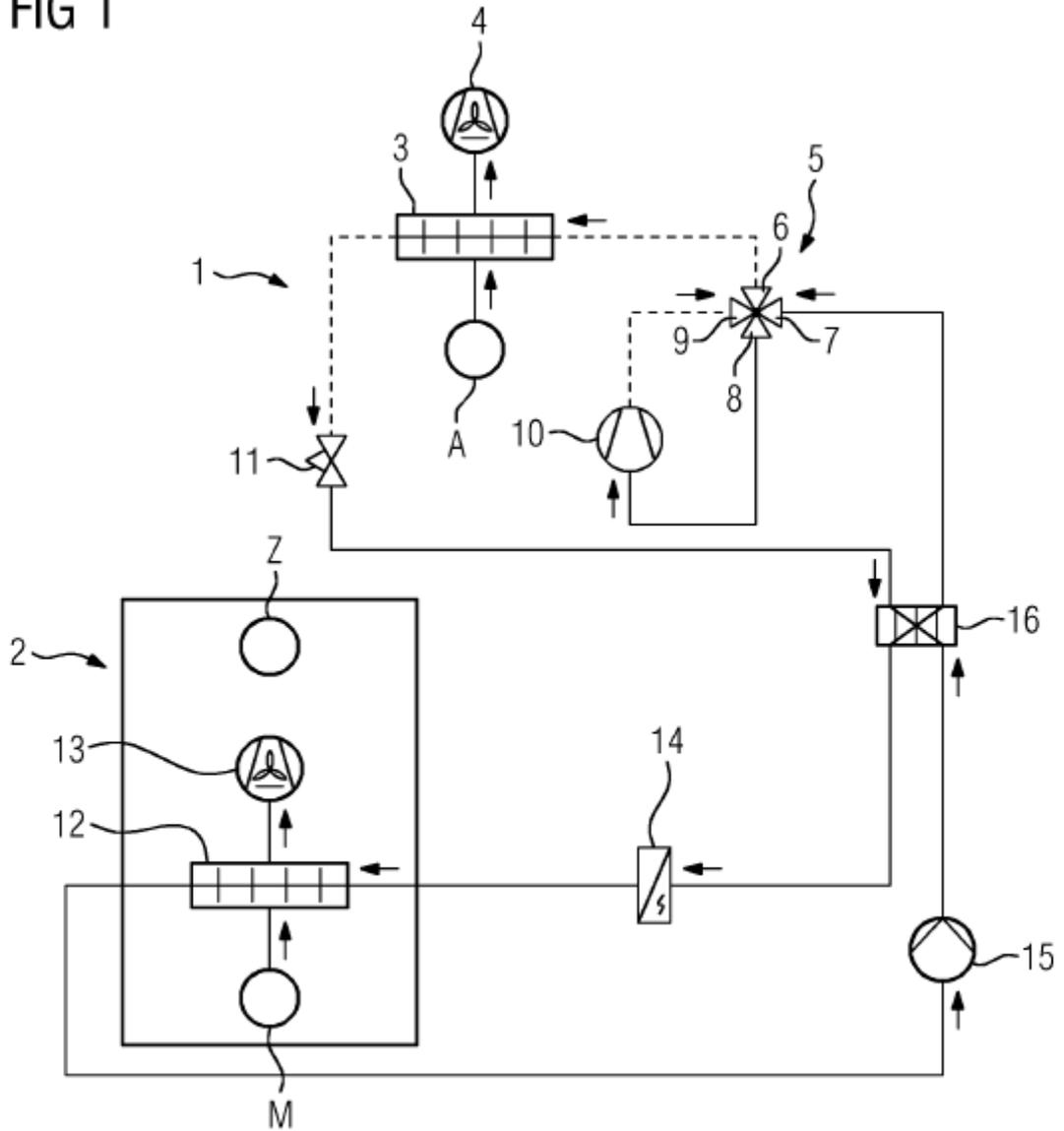


FIG 2

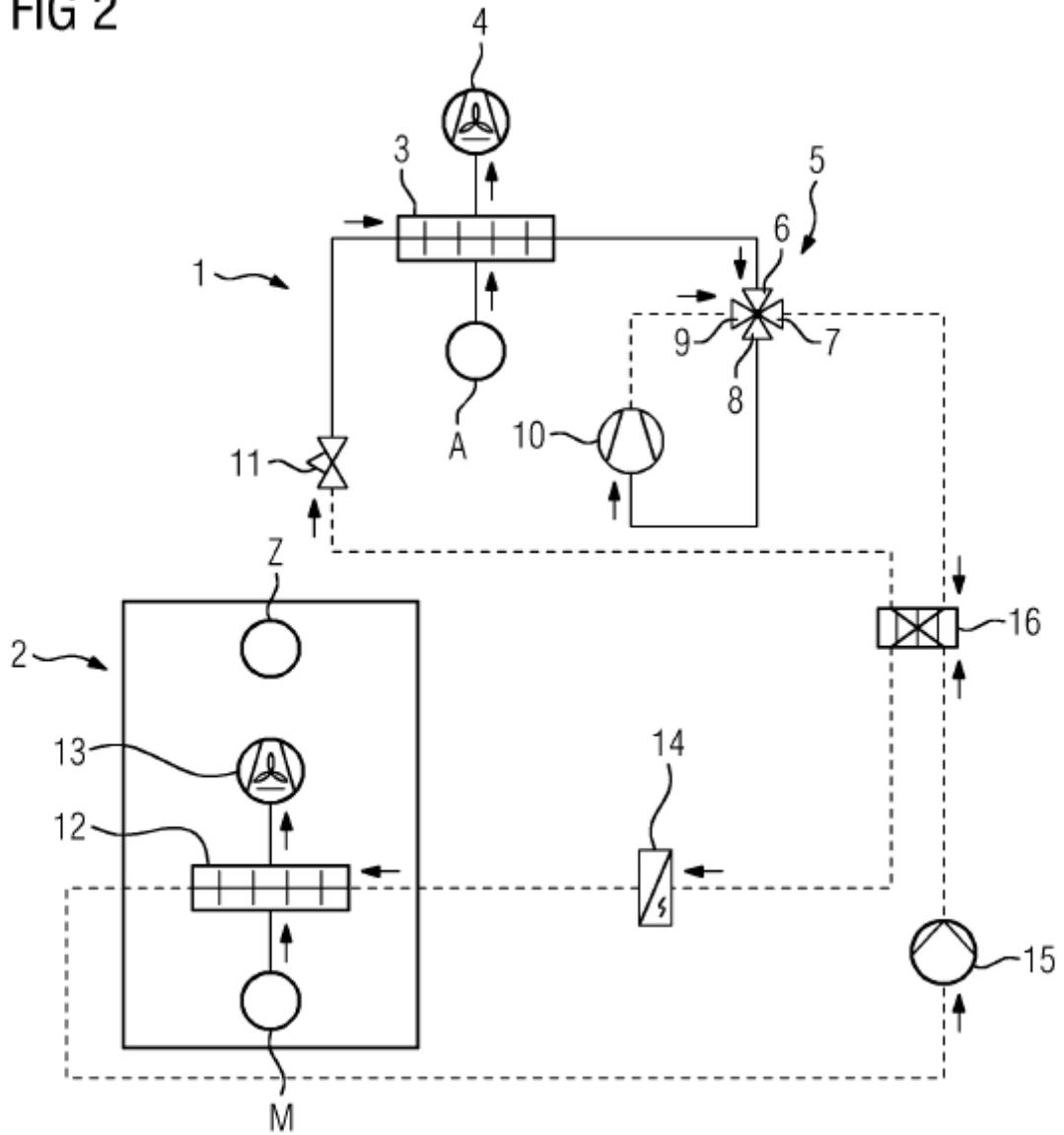


FIG 3

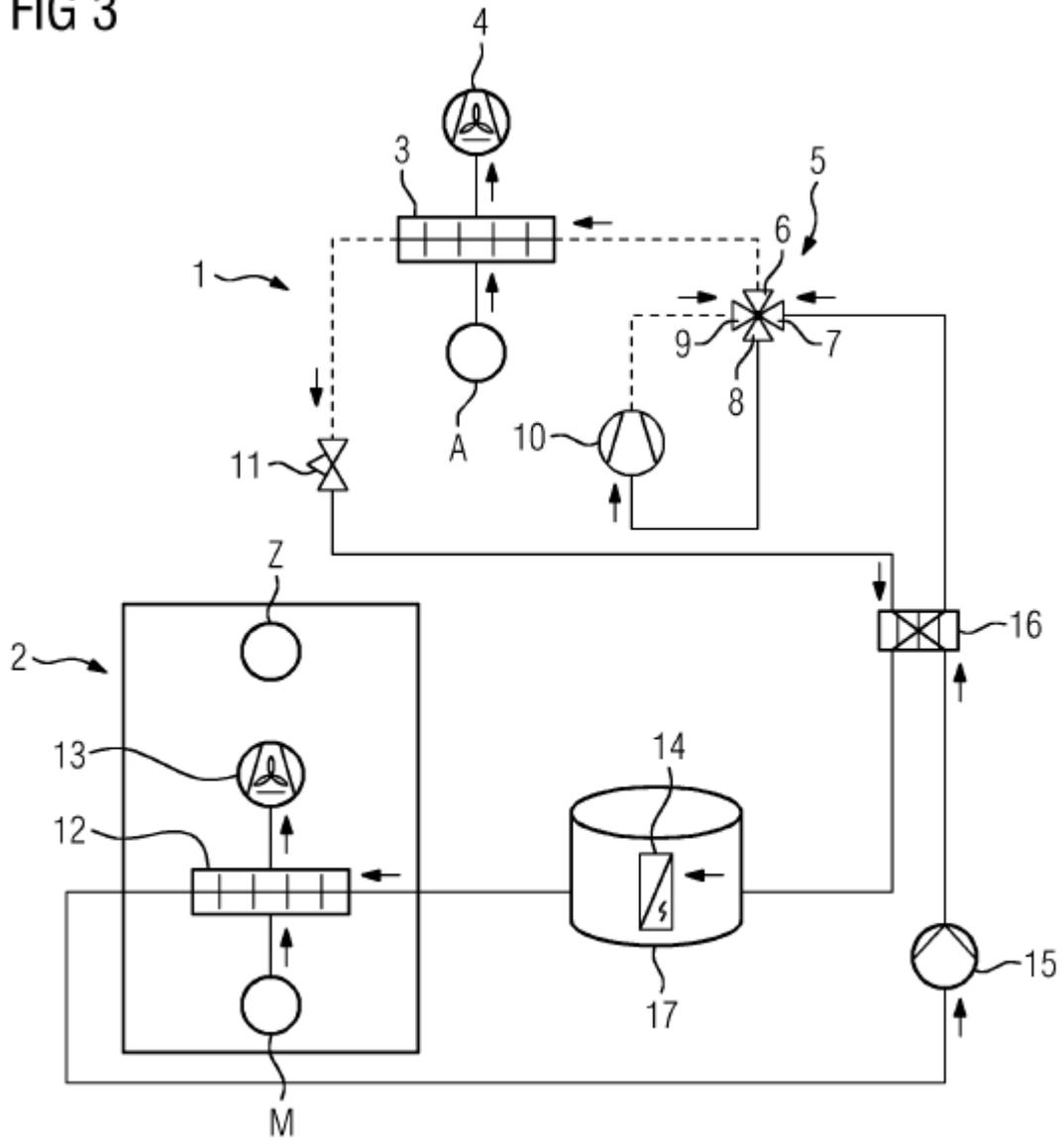


FIG 4

